



Kehittämistutkimus: Eheyttävää opetusta tukeva verkkomateriaali sipulin kemian kontekstissa

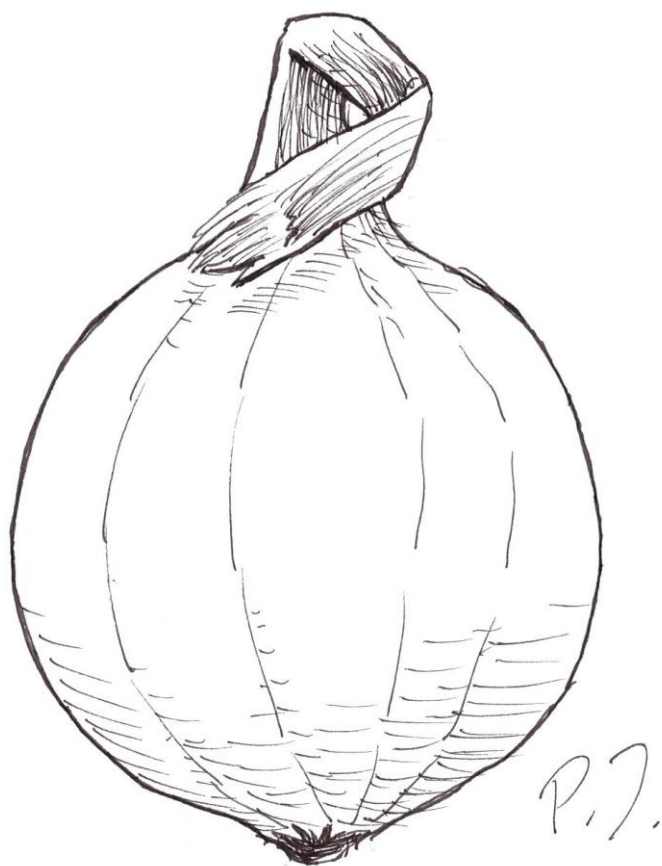
Mino Savolainen – Pro gradu -tutkielma



21. HUHTIKUUTA 2017
HELSINGIN YLIOPISTO
Kemian opettajankoulutusyksikkö

Tiedekunta/Osasto – Fakultet/Sektion – Faculty/Section Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta		Laitos – Institution – Department Kemian laitos
Tekijä – Författare – Author Mino Savolainen		
Työn nimi – Arbetets titel – Title Kehittämistutkimus: Eheyttävää opetusta tukeva verkkomateriaali sipulin kemian kontekstissa		
Oppiaine – Läroämne – Subject Kemia (aineenopettajan koulutusohjelma)		
Työn laji – Arbetets art – Level Pro gradu -tutkielma	Aika – Datum – Month and year 21.4.2017	Sivumäärä – Sidoantal – Number of pages 62 + 18
<p>Tiivistelmä – Referat – Abstract</p> <p>Uusi perusopetuksen opetussuunnitelma velvoittaa eheyttävään opetukseen siten, että lukuvuoteen tulee sisällyttää vähintään yksi monialainen oppimiskokonaisuus. Eheyttävällä opetuksella tarkoitetaan asiasisältöjen opettamista mielekkäässä arkielämän kontekstissa. Eheyttämisen tarkoituksena on muodostaa opetettavista asiasisällöistä mielekäs kokonaisuus.</p> <p>Tämä opinnäytetyö on kehittämistutkimus eheyttävää kemian opetusta tukevasta verkkomateriaalista. Kehittämistutkimukseen kuului kaksi sykliä. Ensimmäisessä syklissä perehdyttiin kirjallisuuteen (teoreettinen ongelma-analyysi), tehtiin sisällönanalyysi kahteen yläkoulun oppikirjasarjaan (empiirinen ongelma-analyysi I) ja luotiin sipulin kemiaa käsittelevän verkkomateriaalin ensimmäinen versio (kehitystuotos I).</p> <p>Toisessa syklissä tehtiin kyselytutkimus kemian opettajille ja opettajiksi opiskeleville (empiirinen ongelma-analyysi II), verkkosivustoa kehitettiin kyselyn tulosten perusteella (kehitystuotos II) sekä raportoitin tulokset. Tutkimuskysymykset olivat ”Millaiselle sipulin kemiaa käsittelevälle materiaalille on tarvetta eheyttävän kemian opetuksen näkökulmasta?”, ”Millainen on eheyttävää kemian opetusta tukeva sipuli-aiheinen verkkomateriaali?” ja ”Miten sipuliaiheinen verkkomateriaali soveltuu eheyttävään kemian opetukseen?”</p> <p>Sivuston arvioitiin tukevan hyvin sekä eheyttävää että varsinaista kemian opetusta. Sivusto on saatavilla osoitteessa http://sipulinkemiaa.wordpress.com/.</p>		
Avainsanat – Nyckelord – Keywords kehittämistutkimus, eheyttävä opetus, kontekstuaalinen opetus, kemian opetus, sipulin kemia, verkko-opetusmateriaali		
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited Helsingin yliopiston kemian laitos ja Kumpulan kampuskirjasto		
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information Ohjaajat: prof. Maija Aksela ja FT, ins. (AMK) Johannes Pernaa		

Niinalle ja Ellenille



Sisällysluettelo

1	Johdanto	1
2	Kehittämistutkimus	2
2.1	Kehittämistutkimuksen tunnusmerkit	2
2.2	Tutkimuskysymykset	4
2.3	Tutkimuksen toteutus	4
2.4	Kehittämistutkimuksen luotettavuus	5
3	Teoreettinen ongelma-analyysi	6
3.1	Sipulin historiaa	6
3.1.1	Käyttö kansanlääkinnässä	7
3.1.2	Sipulin kemian historiaa	8
3.2	Sipulin kemiaa.....	10
3.2.1	Tiosulfinaatit	11
3.2.2	Sapogeniinit ja saponiinit.....	11
3.2.3	Flavonoidit	12
3.2.4	Valkosipulista saatavia rikkiyhdisteitä.....	12
3.2.5	Sipulista saatavia rikkiyhdisteitä	13
3.2.6	Miksi sipuli itkettää sitä pilkottaessa?	14
3.3	Tutkimuksiin liittyvistä tilastollisista tunnusluvuista.....	16
3.4	Eheyttävä kemian opetus.....	17
3.4.1	Erilaisia tapoja eheyttää opetusta.....	18
3.4.2	Kemian opetuksen haasteet.....	19
3.4.3	Kontekstuaalinen kemian opetus	20
3.4.4	Eheyttävän opetuksen vaikutus oppimistuloksiin.....	21
3.4.5	Kiinnostuksen vaikutus oppimistuloksiin.....	24
3.4.6	Eheyttäminen opetussuunnitelmassa	24
3.5	Verkko-opetusmateriaali opetuksen tukena.....	25

3.5.1	Verkko-opetusmateriaalien edut	26
3.5.2	Verkko-opetusmateriaalien haasteet	27
3.6	Yhteenveto	28
4	Empiirinen ongelma-analyysi I.....	30
4.1	Oppikirja-analyysi.....	31
4.2	Tulokset.....	32
4.3	Oppikirja-analyysin yhteenveto	35
5	Kehittämisprosessi ja -tuotos	36
5.1	Kemian opetussisältö	36
5.2	Eheyttävän opetuksen tukeminen.....	36
5.3	Sipulin kemiaa käsittelevä verkko-opetusmateriaali.....	37
5.3.1	Sivuston esittely	39
5.3.2	Kokeelliset työt	40
5.3.3	Pedagogisia vinkkejä opettajille	42
6	Empiirinen ongelma-analyysi II	42
6.1	Kyselylomakkeen laatiminen	42
6.2	Kyselyn tulokset.....	44
6.2.1	Taustatiedot	44
6.2.2	Sivuston tekniset ominaisuudet	44
6.2.3	Verkkosivusto eheyttävän kemian opetuksen kannalta arvioituna	46
6.2.4	Avoimet kysymykset.....	48
6.2.5	Yhteenveto	50
6.3	Sivuston jatkokehitys	52
7	Johtopäätökset ja pohdinta.....	54
7.1	Tutkimuksen tavoitteet	54
7.2	Vastaukset tutkimuskysymyksiin	55
7.3	Reflektointi.....	56

7.4	Jatkotutkimuskohteet.....	58
	Viitteet.....	59
	Kuvien lähteet.....	62
	Liitteet.....	1

I Johdanto

John Dewey käsitteli kirjoituksissaan jo yli 100 vuotta sitten sitä, kuinka kouluopetuksessa asiasisältöjä opetetaan liiaksi ilman yhteyksiä arkielämään (Dewey, 1902). Kuitenkin vasta uusi perusopetuksen opetussuunnitelma velvoittaa ainakin yhteen monialaiseen oppimiskonaisuuteen lukuvuodessa. Eheyttävällä opetuksella tarkoitetaan sitä, että asiasisältöjä opetetaan sopivassa arkielämän kontekstissa. Eheyttävän opetuksen tarkoituksena on luoda opettavista asioista mielekäs kokonaisuus. Näin varmistutaan siitä, että oppijoilla olisi mahdollisimman hyvät edellytykset soveltaa opetettavia asioita sekä omassa elämässään että yhteiskunnankin hyväksi. (Opetushallitus, 2014) Tässä tutkielmassa käytetään oppilaista ja opiskelijoista nimitystä oppijat.

Tiedeyhteisössä ei vielä ole konsensusta siitä, mitä eheyttämisellä (englanniksi *integration* tai *interdisciplinary teaching*) tarkalleen ottaen tarkoitetaan. Ilmeistä on kuitenkin se, että sen avulla pyritään parantamaan tieteellistä lukutaitoa. (Wei, 2009) Eheyttävään opetukseen liittyy myös kontekstuaalinen opetus, joka tarkoittaa sitä, että asiasisältöjä opetetaan mielekkäässä kontekstissa. Eheyttävä opetus on ainakin Opetushallituksen (2014) määritelmän mukaan myös kontekstuaalista opetusta. Deweyn (1902) kirjoitusten perusteella voidaan tulkita hänen tarkoittaneen eheyttävää opetusta, vaikkei kyseistä termiä varsinaisesti käyttänytkään. Siinä mielessä eheyttäminen ei ole uusi ilmiö.

Eheyttävän tai kontekstuaalisen opetuksen vaikutuksista kemian substanssiosaamiseen on varsin vähän tutkimustietoa. Kyseiset opetusmenetelmät eivät välttämättä paranna varsinaista kemian osaamista, mutta ainakin kontekstuaalisen opetusmenetelmän on havaittu parantavan asenteita luonnontieteitä eli myös kemiaa kohtaan. (esim. Bennett, Lubben, & Hogarth, 2007; Lattuca, Voigt, & Fath, 2004) Aksela ja Karjalainen (2008) ovat tutkimuksessaan havainneet, että asenteet kemian opetusta kohtaan ovat huonontuneet ja että opettajat pitävät sitä opetuksen suurimpana haasteena. Myös Johnstone (2000) on havainnut saman ilmiön jo 1960-luvulta lähtien.

Tämä opinnäytetyö on kehittämistutkimus eheyttävää kemian opetusta tukevasta verkkomateriaalista sipulin kemian kontekstissa. Kehittämistutkimuksessa selvitetään, millaiselle sipulin kemiaa käsittelevälle verkkomateriaalille on tarvetta eheyttävän kemian opetuksen näkökulmasta, millainen on eheyttävää kemian opetusta tukeva sipuli-aiheinen verkkomateriaali ja miten sipuliaiheinen verkkomateriaali soveltuu eheyttävään kemian opetukseen.

Tutkielma koostuu 7 luvusta. Luvussa 2 tarkastellaan kehittämistutkimuksen tunnusmerkkejä. Luvussa 2 kerrotaan myös tutkimuskysymykset ja esitellään tutkimuksen toteutus. Lopuksi tarkastellaan kehittämistutkimusten luotettavuutta. Luku 3 on teoreettinen ongelma-analyysi, jossa tarkastellaan ensiksi sipulin historiaa ja kemiaa. Sen jälkeen tarkastellaan eheyttävän sekä kontekstuaalisen opetuksen teoriataustaa. Lopuksi tarkastellaan verkko-opetusmateriaalien käyttöä opetuksessa. Luku 4 käsittelee empiiristä ongelma-analyysi I:stä, joka on suoritettu kahden yläkoulun oppikirjasarjan sisällönanalyysinä. Luku 5 kuvailee kehittämistuotos I:n.

Luvussa 6 kerrotaan kyselytutkimuksen laatimisesta ja kyselytutkimuksen tulokset. Samassa luvussa käsitellään myös sivuston jatkokehitystä. Luvussa 7 esitetään johtopäätökset ja pohdinta. Johtopäätöksissä kerrataan vielä tutkimuksen tavoitteet, esitetään vastaukset tutkimuskysymyksiin ja reflektoidaan tutkimusprosessia. Lopuksi esitellään vielä muutamia jatkotutkimuskohteita.

2 Kehittämistutkimus

Kehittämistutkimus (englanniksi *design-based research* tai DBR) on suhteellisen nuori tapa tehdä opetuksen tutkimusta. Kehittämistutkimuksia alettiin tehdä 2000-luvun alussa: ennen vuotta 2004 tutkimuksia oli tehty alle sata, mutta vuonna 2010 jo yli 350. (Anderson & Shattuck, 2012; McKenney & Reeves, 2013) Tutkimusten rahoituspolitiikka Yhdysvalloissa ja muualla maailmassa on muuttunut niin, että kehittämistutkimuksiin on helpompi saada rahoitusta. Siksi kehittämistutkimusta tehdään yhä etenevässä määrin etenkin peruskoulu- ja lukiotasolla. Toisaalta se on myös lisännyt opetuksen tutkimuksen merkityksellisyyttä. Useimpien kehittämistutkimusten tulokset ovat olleet positiivisia: oppimistulokset ja/tai oppijoiden asenteet ovat parantuneet. (McKenney & Reeves, 2013)

2.1 Kehittämistutkimuksen tunnusmerkit

Kehittämistutkimuksen tarkoituksena on luoda uusia teorioita, menetelmiä tai lähestymistapoja, joilla mahdollisesti vaikutetaan oppimiseen luonnollisessa oppimisympäristössä. Kehittämistutkimus on sikäli laaja käsite, koska ei ole yhtä vakiintunutta tapaa, jolla kehittämistutkimuksia tehdään, vaan mahdollisia tutkimusmenetelmiä on useita. Alla olevassa luettelossa vertaillaan kehittämistutkimusta perinteiseen psykologiseen tutkimusasetelmaan (Barab & Squire, 2004):

- 1) Kehittämistutkimus suoritetaan autenttisessa oppimisympäristössä (esimerkiksi luokkahuone), mutta perinteinen psykologinen tutkimus tapahtuu laboratorio-olosuhteissa.
- 2) Kehittämistutkimuksessa toisistaan riippuvia muuttujia on useita verrattuna perinteiseen tutkimusasetelmaan, jossa niitä on vain yksi tai kaksi.
- 3) Kehittämistutkimuksen fokuksena on karakterisoida tilanne kaikessa monimutkaisuudessaan sen sijaan, että fokus olisi vain muutamissa muuttujissa, joita pidetään vakioina (perinteinen tutkimusmenetelmä).
- 4) Kehittämistutkimuksessa voidaan vaihdella tutkimusmenetelmiä sen mukaan, mikä kulloinkin on tarkoituksenmukaisinta. Perinteisessä tutkimusmenetelmässä käytetään tiettyjä menetelmiä, joita ei tutkimuksen aikana muuteta.
- 5) Kehittämistutkimukselle tyypillistä on myös se, että siinä sallitaan sosiaalinen vuorovaikutus toisin kuin perinteisessä tutkimusasetelmassa.
- 6) Kehittämistutkimuksessa tuloksia tulkitaan kokonaisvaltaisesti. Perinteisessä tutkimusasetelmassa fokus on hypoteesien testaamisessa.
- 7) Kehittämistutkimuksessa osallistujat eivät ole pelkästään subjekteja kuten perinteisessä tutkimusasetelmassa, vaan osallistujat ovat mukana myös itse tutkimuksen suunnittelussa ja jopa analysoinnissa.

Tutkimusta suunniteltaessa täytyy vastata kolmeen kysymykseen: 1) mitkä ovat ne tarpeet, joihin tutkimuksella halutaan vastauksia, 2) kuinka tutkimus etenee ja 3) kuinka tulokset arvioidaan. Toisin sanoen puhutaan ongelma-analyysistä, kehittämisprosessista ja kehittämistuotoksesta. Joskus kysymysten laatiminen on suoraviivaista, mutta voi toisinaan olla hyvinkin haastavaa. Joka tapauksessa edellä mainitut kysymykset kuuluvat jokaiseen kehittämistutkimukseen, vaikka ne eivät olisikaan yksiselitteisiä, tietoisia tai formaalisti muotoiltuja. (Edelson, 2002) Seuraavissa kappaleissa käsitellään näitä kysymyksiä tarkemmin.

Ongelma-analyysi (englanniksi *problem analysis*) kertoo niistä tarpeista, joihin tutkimuksella halutaan vastauksia sekä tutkimuksen haasteista ja mahdollisuuksista. Usein puhutaan myös tarveanalyysistä (englanniksi *needs assessment*), joka itse asiassa on osa ongelma-analyysiä. Ongelma-analyysi on kuitenkin laajempi käsite, koska se sisältää myös kehittämistutkimuksen tavoitteet sekä tutkimuksen haasteet ja mahdollisuudet. Nämä kaikki ongelma-analyysin komponentit yhdessä luovat ne reunaehdot, joista kehitystuotos lopulta muotoutuu. (Edelson, 2002)

Kehittämisprosessi (englanniksi *design procedure*) kertoo sen, kuinka tutkimus etenee ja keitä ovat ne ihmiset, jotka siihen osallistuvat. Tutkimussuunnitelma voi olla hyvinkin monimutkainen, jolloin tutkimuksen tekeminen vaatii myös paljon ammattitaitoa. Koska kehittämistutkimus on tutkimustapana joustava, tutkijoiden kannattaa laatia avuksi prosessikaavio, joka antaa toimintaohjeita mahdollisten tutkimusongelmien varalle. Siitä tulisi löytyä vastauksia esimerkiksi siihen, kuinka tutkimusta tarvittaessa arvioidaan uudelleen ja päivitetään. (Edelson, 2002)

Kehittämistuotos (englanniksi *design solution*) kuvailee syntyneen tuotoksen. Tutkijan tehtävänä on arvioida syntynyt tuotos. Tuotoksen arvioiminen vaatii kuitenkin erilaisen, täydentävän analyysimenetelmän kuin mitä ongelma-analyysissä käytetään. Tuotosta arvioitaessa täytyy usein monimutkainen tutkimusongelma purkaa muutamiksi hallittaviksi komponenteiksi. Syntynyt tuotos on siis tutkijoiden vastaus niihin kaikkiin haasteisiin ja mahdollisuuksiin, mihin ongelma-analyysissä haluttiin vastaus. (Edelson, 2002)

2.2 Tutkimuskysymykset

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on kehittää verkko-opetusmateriaali sipulin kemiasta eheyttävään kemian opetukseen. Tutkimuskysymykset:

- 1) Millaiselle sipulin kemiaa käsittelevälle materiaalille on tarvetta eheyttävän kemian opetuksen näkökulmasta?
- 2) Millainen on eheyttävää kemian opetusta tukeva sipuli-aiheinen verkkomateriaali?
- 3) Miten sipuli-aiheinen verkkomateriaali soveltuu eheyttävään kemian opetukseen?

2.3 Tutkimuksen toteutus

Koska kehittämistutkimuksen tarkoituksena on luoda muun muassa uusia toimintatapoja, joilla oppimiseen voidaan vaikuttaa, tulee kehittämistutkimuksen perustua aitoon tarpeeseen. Kehittämistutkimus alkaa ensin teoreettisella ongelma-analyysillä, minkä jälkeen tehdään tarveanalyysi. Tarveanalyysi suoritetaan tässä tutkimuksessa oppikirjojen sisällönanalyysinä. Näiden tietojen pohjalta saadaan vastaus ensimmäiseen tutkimuskysymykseen. Toiseen tutkimuskysymykseen saadaan vastaus kehittämisvaiheessa I. Kolmanteen tutkimuskysymykseen saadaan vastaus sekä empiirisen ongelma-analyysi II:n että kehittämisvaihe II:n jälkeen eli tuotoksen jatkokehitysprosessissa.

Tässä kehittämistutkimuksessa sovelletaan Akselan ja Pernaan (2013) ehdottamaa kaksisyklistä kehittämistutkimusprosessia. Kyseinen prosessi koostuu kuudesta vaiheesta:

- 1) Teoreettinen ongelma-analyysi, jossa perehdytään aiheeseen liittyvään aiempaan kirjallisuuteen. Kirjallisuusanalyysillä selvitetään, mitä aiheesta tiedetään ennestään ja mitkä ovat niitä asioita, joita on mielekästä tutkia lisää.
- 2) Empiirinen ongelma-analyysi I eli tarveanalyysi. Tässä tutkimuksessa se toteutetaan suorittamalla sisällönanalyysi kahteen yläkoulun kemian oppikirjasarjaan.
- 3) Kehittämisvaihe I, jossa luodaan alustava kehitystuotos edellisten vaiheiden pohjalta.
- 4) Empiirinen ongelma-analyysi II, jossa kehittämistuotoksen soveltuvuutta käytännön opetukseen selvitetään kemian opettajille ja opettajaksi opiskeleville suunnatun kyselyn avulla.
- 5) Kehittämisvaihe II, jossa kehittämistuotosta kehitetään edellisen kohdan tulosten avulla.
- 6) Raportointi, josta tämä tutkielma muodostuu.

2.4 Kehittämistutkimuksen luotettavuus

Barab ja Squire (2004) ovat esittäneet perustellun huolen siitä, kuinka luotettavia johtopäätöksiä kehittämistutkimuksista voidaan vetää. He muistuttavat, että tutkijalla on kehittämistutkimusta tehdessään langat tiukasti käsissään. Tutkija vastaa käsitteellistämisestä, tutkimuksen suunnittelusta ja kehittämisestä, tulosten soveltamisesta sekä pedagogisten lähestymistapojen tutkimisesta. Siksi heidän mielestään tutkijoiden voi olla haasteellista vetää uskottavia ja luotettavia johtopäätöksiä. Tämä on perustavanlaatuinen ongelma antropologiassa sekä monessa muussakin kvalitatiivisessa tutkimuksessa, joissa ei voida olla täysin varmoja siitä, etteivät tutkijan omat mielipiteet ja asenteet vaikuta tutkimustuloksiin. Toisaalta jotkut ovat sitä mieltä, että kvalitatiivisessa tutkimuksessa itse tutkijat – vaikkakin mahdollisesti puolueellisia – tuovat tutkimukseen oleellista lisäarvoa. (Anderson & Shattuck, 2012)

Laadullisen tutkimuksen luotettavuutta tarkasteltaessa on syytä muistaa, että on olemassa erilaisia totuusteorioita, toisin sanoen tutkimustulosten ”totuudelle” ei ole yhtä ainoata määritelmää. Neljä erilaista epistemologista tietoteoriaa ovat totuuden korrespondenssiteoria, totuuden koherenssiteoria, pragmaattinen totuusteoria ja konsensukseen perustuva tietoteoria. Korrespondenssiteorian mukaan väite on totta vain ja ainoastaan siinä tapauksessa, jos se vastaa todellisuutta empiirisesti. Koherenssiteorian mukaan väite on totta vain silloin kun se

on yhteneväinen aiempien, jo todeksi todettujen, väitteiden kanssa. Pragmaattisessa totuusteoriassa väitteen totuusarvon määrittelee tiedon käytännöllisyys: väite on totta silloin kun se toimii käytännössä. Konsensukseen perustuvassa totuusteoriassa väitteen totuusarvon määrittelevät ihmiset itse eli väite on tosi silloin kun niin yhdessä sovitaan. (Tuomi & Sarajärvi, 2009)

Kehittämistutkimuksen kohdalla lienee mielekkäintä soveltaa pragmaattista totuusteoriaa. Kehittämistutkimuksen nimenomainen tarkoitus on luoda uusia teorioita, menetelmiä tai lähestymistapoja, joilla voidaan vaikuttaa oppimiseen luonnollisessa oppimisympäristössä (Barab & Squire, 2004). Jos kehittämistutkimuksella löydetään esimerkiksi jokin lähestymistapa, jolla oppijoiden motivaatiota tai oppimistuloksia voidaan parantaa, voitaneen tietoa pitää totena ainakin pragmaattisen tietoteorian nojalla.

Anderson ja Shattuck (2012) eivät kuitenkaan pidä tutkijoiden puolueellisuutta kehittämistutkimusten tai muidenkaan kvalitatiivisten tutkimusten kohdalla automaattisesti ongelmallisena. He ovat sitä mieltä, että vaikka tutkijoiden puolueellisuus horjuttaisikin tutkimuksen objektiivisuutta, voivat tutkijoiden ennakkotiedot tuoda aivan yhtä lailla lisäarvoa tutkimukseen. He huomauttavat kuitenkin, että kyky tasapainoilla objektiivisuuden ja puolueellisuuden välillä vaatii tutkijoilta taitoa. Se, kuinka hyvin tutkijat selviytyvästä tästä haasteesta, vaikuttaa ratkaisevasti kehittämistutkimuksen laatuun.

3 Teoreettinen ongelma-analyysi

Tässä kappaleessa tarkastellaan sekä sipulin kemialla että eheyttävään opetukseen liittyvää taustateoriaa. Eheyttävän kemian opetuksen teorian tarkastelussa pääpaino on empiirisissä tutkimustuloksissa. Tässä teoreettisessa ongelma-analyysissä tarkastellaan, millaisia vaikutuksia eheyttävää opetusta hyödyntävillä kursseilla on kemian substanssiosaamiseen. Lisäksi joidenkin tutkimusten kohdalla tarkastellaan myös eheyttävän opetuksen vaikutusta asenteisiin luonnontieteitä kohtaan.

3.1 Sipulin historiaa

Block (1985) kirjoitti artikkelissaan siitä, kuinka sipulit ja valkosipulit ovat aina jakaneet mielipiteitä puolesta ja vastaan. Ensimmäiseen joukkoon ovat kuuluneet ainakin Egyptin faaraot hautakaiverrusten perusteella: kaiverruksissa esiintyy kuvia sipuleista ja valkosipuleista. Ajatuksena lienee ollut se, että ruoat kuolemanjälkeisessä elämässä olisivat hyvin maustettuja. Myös 40 vuotta Siinain erämaassa vaeltaneet juutalaiset muistelivat lämmöllä

Egyptissä syötyjä ruokia, mukaan lukien sipulit ja valkosipulit. Sen sijaan egyptiläiset papit eivät sipuleista välittäneet. Heidän mielestään sipuleita ei kannattanut syödä paaston aikaan, koska ne aiheuttavat janoa. Myöskään juhlallisuuksiin sipuli ei heidän mielestään sopinut, koska se olisi aiheuttanut kyynelehtimistä – eikä itkemisen katsottu sopivan tällaisiin tilanteisiin. Antiikin kreikkalaiset pitivät sipulin ja valkosipulin hajua vastenmielisenä, eikä sipulin syönnin jälkeen sopinut ainakaan suorittaa palvontamenoja.

Kemistit ovat kautta aikojen olleet kiinnostuneita yhdisteistä, joilla on voimakas haju ja maku sekä fysiologisia vaikutuksia. Koska sipulit täyttävät nämä kriteerit, niin siksi myös kemistit ovat olleet sipuleista kiinnostuneita. Sipulin kemiaa on tutkittu jo reilusti yli sata vuotta. Sipulia pilkottaessa vapautuu orgaanisia rikkiyhdisteitä, joilla on pieni molekyyli-massa. Sipulille tyypilliset sidokset, joissa on rikkiä, ovat muuten luonnossa harvinaisia. Sipulista pilkkomisen yhteydessä vapautuvat molekyylit ovat reaktiivisia ja muuttuvat nopeasti toiseksi orgaanisiksi rikkiyhdisteiksi. Lisäksi molekyyleillä on runsaasti erilaisia biologisia vaikutuksia. Yksi varmasti tunnetuin vaikutus on niin sanottu lakrimatorinen vaikutus eli kyynelnesteen eritystä stimuloiva vaikutus – toisin sanoen sipuli itkettää, kun sitä pilkotaan. Joillakin sipuliuutteilla on bakteereja ja sieniä tappavia vaikutuksia, toisilla veren hyytymistä estäviä vaikutuksia. (Block, 1985)

Sipulit ja valkosipulit kuuluvat liljakasveihin. Sipulin tieteellinen nimi on *Allium cepa* ja valkosipulin *Allium sativum*. Ne ovat vanhimpia viljeltyjä kasveja. Ne ovat todennäköisesti peräisin Keski-Aasiasta, mutta tarkkoja tietoja ei ole, koska niiden historia ulottuu aikaan ennen kirjallisia historiallisia lähteitä. Niitä on käytetty myös kansanlääkinnässä tuhansien vuosien ajan. (Block, 1985)

3.1.1 Käyttö kansanlääkinnässä

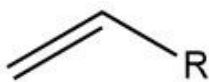
Codex Ebers, egyptiläinen lääketieteellinen papyrus noin vuodelta 1550 eKr., sisältää yli 800 ohjetta, joista 22:ssa on mainintoja valkosipulin käytöstä lääkinnällisiin tarkoituksiin. Valkosipulin väitetään tehoavan sydänongelmiin, päänsärkyyn, puremiin, matoihin ja kasvaimiin. Myös Aristoteles, Hippokrates ja Aristofanes suosittelivat valkosipulia lääkinnällisiin tarkoituksiin. Rooman armeijan ylilääkäri Dioscorides suositteli valkosipulia loisten häätöön. Kreikassa sen sijaan ensimmäisissä olympialaisissa urheilijoiden on sanottu käyttäneen valkosipulia parantamaan urheilusuorituksia. Intiassa valkosipulia on käytetty anti-septisena aineena haavojen hoidossa. Kiinassa sipulista uutettua juomaa on perinteisesti käy-

tetty kuumeen, päänsäryn, koleran ja punataudin hoitoon. (Block, 1985) Punatauti eli shigel-loosi on ripulitauti, jonka tyypillisiä oireita ovat verinen ripuli, kuume, pahoinvointi ja vat-sakivut (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, 2016).

Valkosipulin ja sipulin väitetyille terveysvaikutuksille on myöhemmin saatu tieteellistä näyt-töä. Niistä saadut uutteen ovat osoittaneet tehoa 1) antioksidanteina, 2) antimikrobisina ai-neina (bakteereja tappavina aineina), 3) astman hoidossa, 4) kasvainten kasvua estävinä ai-neina, 5) syöpää estävinä aineina, 6) verihiutaleiden kokkaroitumista estävinä aineina, 7) veren kolesterolipitoisuuden pienentämisessä ja 8) *Helicobacter pylori* (osuutta mahahaavaan ja -syöpään) kasvua hillitsevinä aineina. Lisäksi useat epidemiologiset tutkimukset ovat osoittaneet, että valkosipulin käyttö on yhteydessä pienempään maha-suolikanavan syöpä-riskiin (Lanzotti, 2006).

3.1.2 Sipulin kemian historiaa

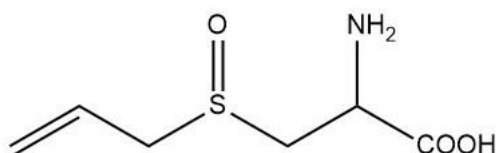
Saksalainen kemisti Theodor Wertheim teki vuonna 1844 ensimmäisiä kemiallisia kokeita valkosipuleilla. Hän hyödynsi tutkimuksissaan vesitislausta (engl. *steam distillation*): valko-sipuleita keitetessä vesihöyry sisältää pienen määrän sipuliöljyä (englanniksi *garlic oil*), jota tislamalla saadaan voimakkaan hajuisia haihtuvia yhdisteitä. Wertheim nimitti öljystä löytynyttä hiilivety-yhdistettä allyyliksi (englanniksi *allyl*) ja haihtuvia yhdisteitä allyylisul-fideiksi (engl. *allylsulfur*). Allyyli-nimitys on säilynyt nykypäiviin saakka, ja sillä tarkoite-taan C₃H₅-ryhmää (Kuva 1). Yhdisteet, joissa on allyyliryhmä, ovat pistävän hajuisia. (Block, 1985)



Kuva 1: Allyyli-ryhmä

Vuonna 1892 toinen saksalainen kemisti, F. W. Semmler, tutki valkosipulin kynsiä. Myös hän hyödynsi vesitislausta ja onnistui eristämään 1–2 grammaa pahanhajuista öljyä 1 kilo-grammasta valkosipuleita. Öljy sisälsi diallyylidisulfidia (C₆H₁₀S₂) ja lisäksi pieniä määriä diallyylitrisulfidia sekä diallyylitetrasulfidia. Vesitislattaessa 5000 kilogrammaa valkosipu-leita saatiin propionaldehydiä (C₂H₅CHO) ja muita rikkiyhdisteitä, muun muassa dipropyy-lidisulfidia (C₆H₁₂S₂). (Block, 1985)

Vuonna 1944 Chester J. Cavalliton työryhmä käytti toisenlaista erotusmenetelmää ja sai eristettyä toisenlaista yhdistettä. Cavallito lisäsi etanolia 4 kilogrammaan valkosipuleita huoneenlämpötilassa ja onnistui eristämään 6 grammaa öljyä, jonka molekyylikaava on $C_6H_{10}S_2O$. Öljyllä havaittiin olevan sekä antibakteerisia (bakteereja tappavaa tai lisääntymistä estävää vaikutusta) että antifungaalisia (sieniä tappavaa tai niiden lisääntymistä estävää vaikutusta) ominaisuuksia. Kyseinen yhdiste on diallyylidisulfidin oksidi eli allisiini (diallyylitiosulfinaatti). Se on pysymätön, väritön neste, josta pääasiassa johtuu valkosipulin ominaisuus. Valkosipuli ei kuitenkaan tuoksu juuri mitään ennen kuin se pilkotaan. Vuonna 1948 Arthur Stoll ja Ewald Seebeck osoittivat miksi: allisiinia muodostuu valkosipulia pilkottaessa allinaasi-entsyymien vaikutuksesta, koska tällöin kyseinen entsyymi pääsee kosketuksiin allisiinin esiasteen, alliinin, kanssa. Alliini on hajuton yhdiste, ja sitä on valkosipulin massasta noin 0,24 % (Kuva 2). (Block, 1985)

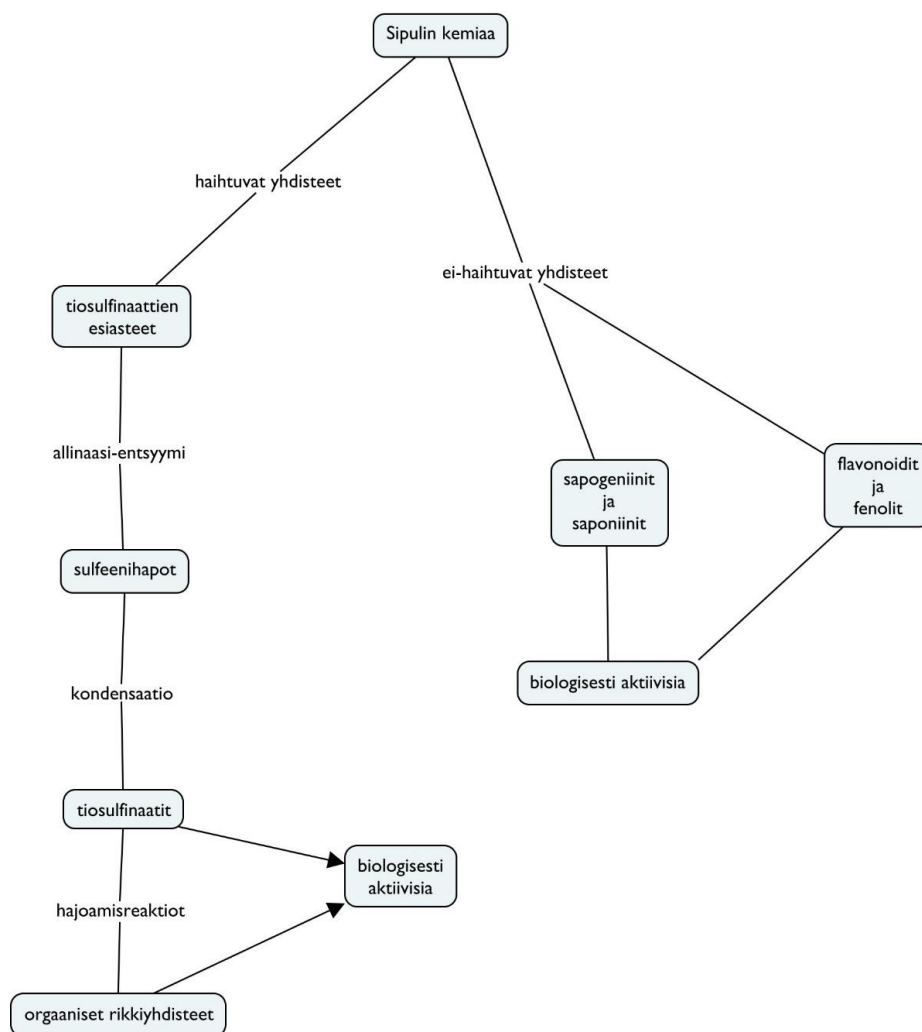


Kuva 2: Alliini

Alliini on mielenkiintoinen yhdiste myös optisen aktiivisuuden kannalta, koska se oli ensimmäinen luonnosta löytynyt yhdiste, jolla havaittiin optista aktiivisuutta. Siinä on kaksi kiraaliakeskusta, joista toinen on rikkiatomin ja toinen hiiliatomin kohdalla. Allinaasi-entsyymillä on suurempi affiniteetti alliinin (+)-isomeeriin, minkä vaikutuksesta alliini hajoo 2-propeenidisulfeenihapoksi. Kun 2-propeenidisulfeenihappo dimerisoituu, syntyy allisiinia. Myös A. I. Virtanen liittyy sipulin kemian tutkimukseen, sillä vuonna 1961 hän löysi erään alliinin isomeerin, josta allinaasi-entsyymien vaikutuksesta muodostuu yhdiste, joka sipulia pilkottaessa aiheuttaa kaikille tutun itkettävän vaikutuksen. Hänen löytämä yhdiste on *trans*-(+)-S-(1-propenyyl)-L-kysteiinisulfoksidi, joka on niin kutsuttu lakrimatorinen esiaste (engl. *lacrimatory precursor*). Lakrimatorisen tekijän (engl. *lacrimatory factor*) molekyylikaava on C_3H_6SO , jolla on yli 50 mahdollista isomeeriä. Virtanen postuloi, että rakennekaava olisi $CH_3CH=CHS(O)H$. W. F. Wilkinsin kilpaileva postulaatti oli sen sijaan $C_2H_5CH=SO$, jonka M. H. Brodnitz ja J. V. Pascale vahvistivat oikeaksi vuonna 1971. (Block, 1985)

3.2 Sipulin kemiaa

Sipulien eli *Allium*-sukuun kuuluu 450 lajia, jotka ovat laajalle levinneitä pohjoisella pallonpuoliskolla. Sipulin ja valkosipulin lisäksi tärkeitä lajeja ovat muun muassa purjo (*Allium porrum* L.), salottisipuli (*Allium fistulosum* L.), ryväsipuli (*Allium ascalonicum* Hort.), villivalkosipuli (*Allium ursinum* L.), elefanttisipuli (*Allium ampeloprasum* L. var. *ampeloprasum*), ruohosipuli (*Allium schoenoprasum* L.) ja kiinansipuli (*Allium tuberosum* L.). Sipulien suvun kasvit tuottavat runsaasti erilaisia kemikaaleja (engl. *phytonutrient*), joita voidaan käyttää lääkinnällisiin tarkoituksiin. Useat biologiset vaikutukset johtuvat tiosulfinaateista eli haihtuvista rikkiyhdisteistä. Ne aiheuttavat myös sipuleiden ominaistuoksun ja -maun. Tiosulfinaatit ovat pysymättömiä yhdisteitä, joista muodostuu erilaisia hajoamistuotteita, mutta pääasiassa kuitenkin di- ja trisulfideja. Polaariset yhdisteet ovat pysyvämpiä, joihin kuuluvat muun muassa sapogeniinit, saponiinit ja flavonoidit. (Lanzotti, 2006) Kaaviossa 1 on esitetty sipulin kemiaan liittyviä keskeisiä yhdisteryhmiä.



Kaavio 1: Sipulin kemiaa (Lanzotti, 2006)

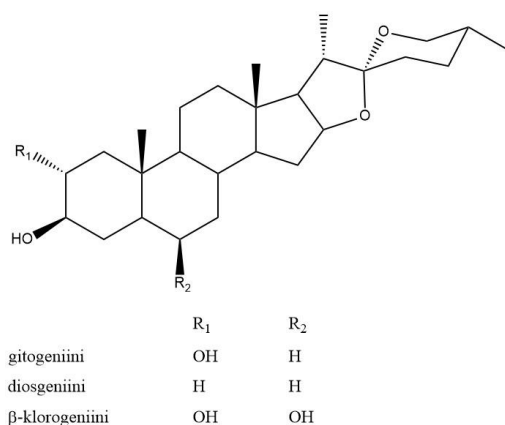
3.2.1 Tiosulfinaatit

Erilaisten tiosulfinaattien eli haihtuvien rikkiyhdisteiden lähtöaineena on S-alkenyyli-L-kysteini-S-oksidi, josta allinaasi-entsyymin vaikutuksesta muodostuu välituotteena sulfeenihappoja. Sulfeenihapot ovat pysymättömiä ja hyvin reaktiivisia. Sulfeenihapoista muodostuu edelleen kondensaatioreaktioiden kautta tiosulfinaatteja. Tiosulfinaattien rakenne on riippuvainen lähtöaineista. Esimerkiksi valkosipulista muodostuu allisiinia ja sipulista lakrimatorista tekijää. Tiosulfinaatit ovat myös pysymättömiä yhdisteitä, joista muodostuu edelleen paljon erilaisia rikkiä sisältäviä yhdisteitä, jotka voivat vielä edelleen reagoida muiden yhdisteiden kanssa. (Block, 1992; Lanzotti, 2006) Tiosulfinaatteja tarkastellaan lisää kappaleissa 3.2.4 ja 3.2.5.

3.2.2 Sapogeniinit ja saponiinit

Saponiineilla tarkoitetaan steroideja ja terpenoidiglykosideja, jotka muodostavat vaahtoa veden kanssa sekoitettaessa. Steroideilla tarkoitetaan luonnollisia tai synteettisiä orgaanisia yhdisteitä, joissa 17 hiiliatomia on liittynään toisiinsa neljän rengasrakenteen muodossa. Terpenoidit ovat polymeerejä, joissa toistuvana yksikkönä on C_5H_8 ja joka ovat hapettuneet. Saponiineihin kuuluu paljon erilaisia kasveista löytyviä yhdisteitä. Sapogeniinit ovat saponiinien johdannaisia, joita esiintyy monissa kasveissa. (Encyclopedia Britannica Online, 1998)

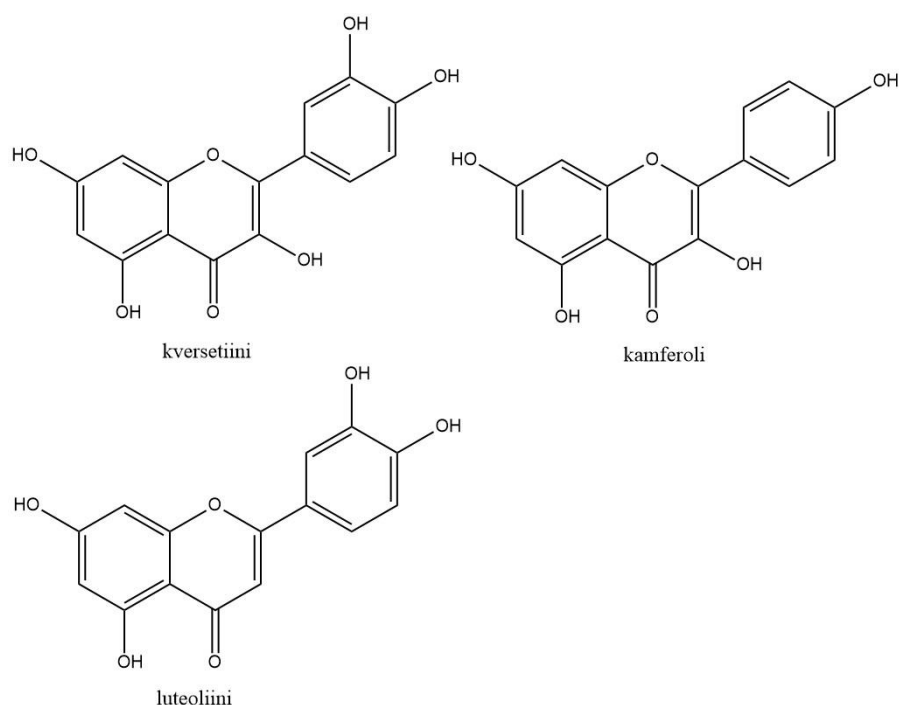
Useissa tutkimuksissa sapogeniineilla ja saponiineilla on havaittu olevan lääkinnällisessä mielessä tehoa sieniä, kasvaimia ja solumyrkkyjä vastaan. Lisäksi niiden on havaittu vaikuttavan veren hyytymiseen ja laskevan veren kolesterolipitoisuutta sekä vähentävän kouristuksia. Merkittäviä sipulista ja valkosipulista löytyviä sapogeniineja ovat gitogeniini, diosgeniini ja β -klorogeniini (Kuva 3). (Lanzotti, 2006)



Kuva 3: Merkittävimmät sapogeniinit (Lanzotti, 2006)

3.2.3 Flavonoidit

Flavonoideilla on paljon biologisia vaikutuksia. Ne toimivat antioksidantteina, tulehdusta hillitsevästi, ehkäisevät veritulppien muodostumista sekä hillitsevät allergiaoireita. Niiden vaikutus perustuu muun muassa entsyymi-inhibitioon. Flavonoidit ovat polyfenoleja, joilla on $C_6C_3C_6$ -runko. Flavonoidit jaetaan neljään ryhmään: 4-okso-flavonoideihin (esimerkiksi flavonit ja flavonolit), antosyaniineihin, isoflavoneihin sekä flavan-3-oli-johdannaisiin (esimerkiksi katekiinit ja tanniinit). Flavonoideilla tarkoitetaan suurta määrää erilaisia yhdisteitä. Esimerkiksi kasveista saatavia sekundaarisia metaboliitteja tunnetaan yli 4000. 62 yleisimmän vihanneksen joukosta sipulin kuorissa on eniten flavonoideja. Eniten sipulin kuorissa on kversetiinia, kamferolia ja luteoliinia (Kuva 4). (Miean & Mohamed, 2001)

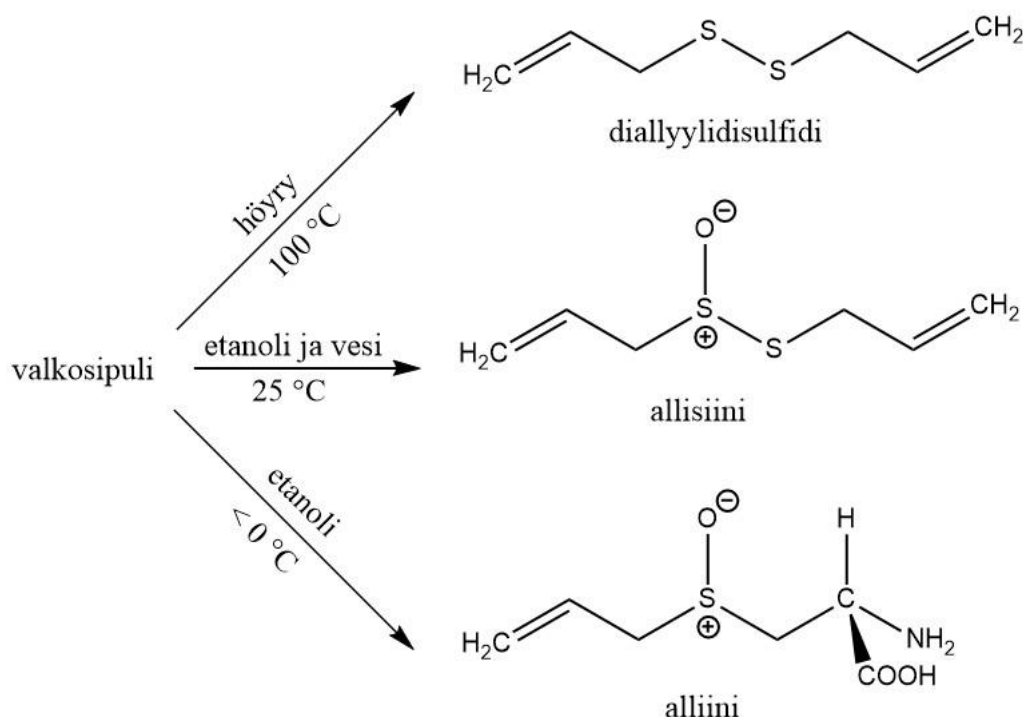


Kuva 4: Sipulin tärkeimmät flavonoidit (Miean & Mohamed, 2001)

3.2.4 Valkosipulista saatavia rikkiyhdisteitä

Valkosipulista saadaan eri uuttomenetelmillä erilaisia rikkiyhdisteitä. Karkein erotusmenetelmä on vesitislauk, jossa valkosipulia keitetään vedessä ja jossa tiivistynyt vesihöyry kerätään talteen. Tällä menetelmällä saadaan diallyylidisulfidia. Jos sen sijaan valkosipulia liuotetaan etanolin vesiliuoksessa huoneenlämpötilassa, saadaan diallyylidisulfidin oksidia eli allisiinia. Valkosipulin ominaisuus johtuu nimenomaan allisiinista. Kolmas tapa on liuottaa valkosipulia puhtaassa etanolissa alle $0\text{ }^{\circ}\text{C}$:n lämpötilassa. Tällä menetelmällä saadaan

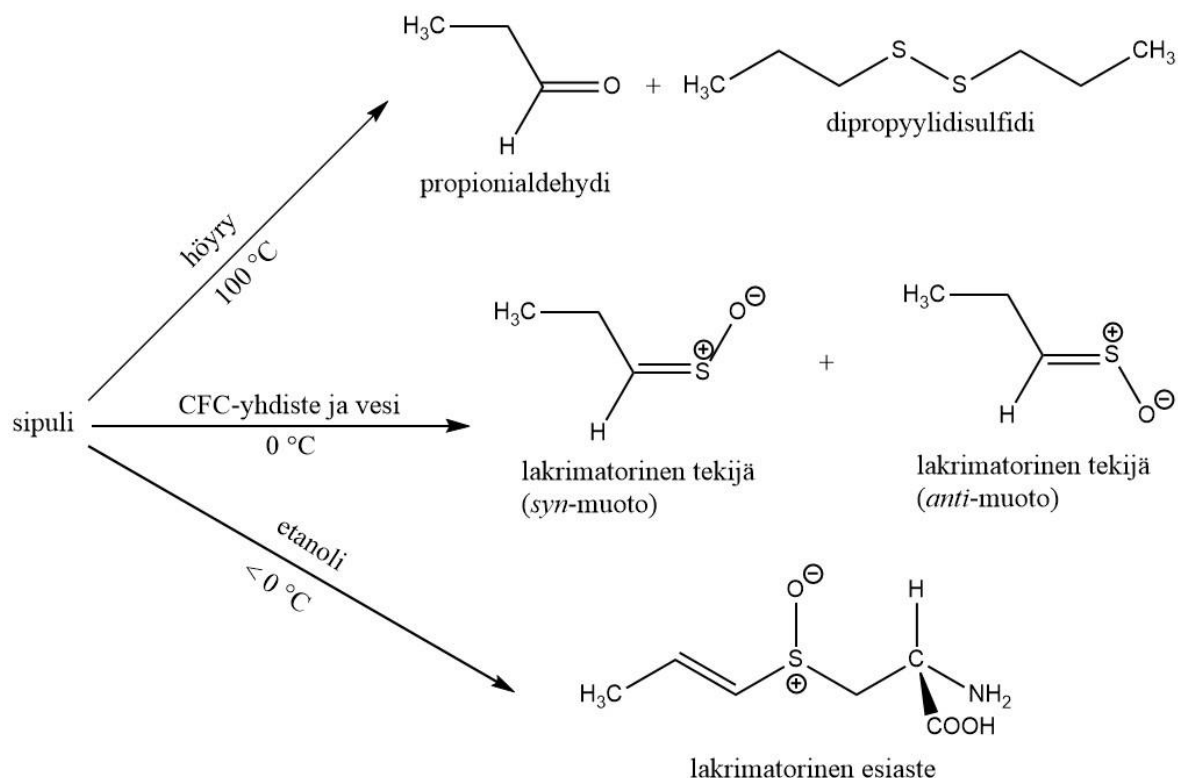
uutettua allisiinin esiastetta, alliinia, josta allinaasi-entsyymin vaikutuksesta muodostuu allisiinia. (Block, 1985) Kaaviossa 2 on esitetty valkosipulista uutettavat keskeiset rikkiyhdisteet.



Kaavio 2: Valkosipulista uutettavat rikkiyhdisteet (Block, 1985)

3.2.5 Sipulista saatavia rikkiyhdisteitä

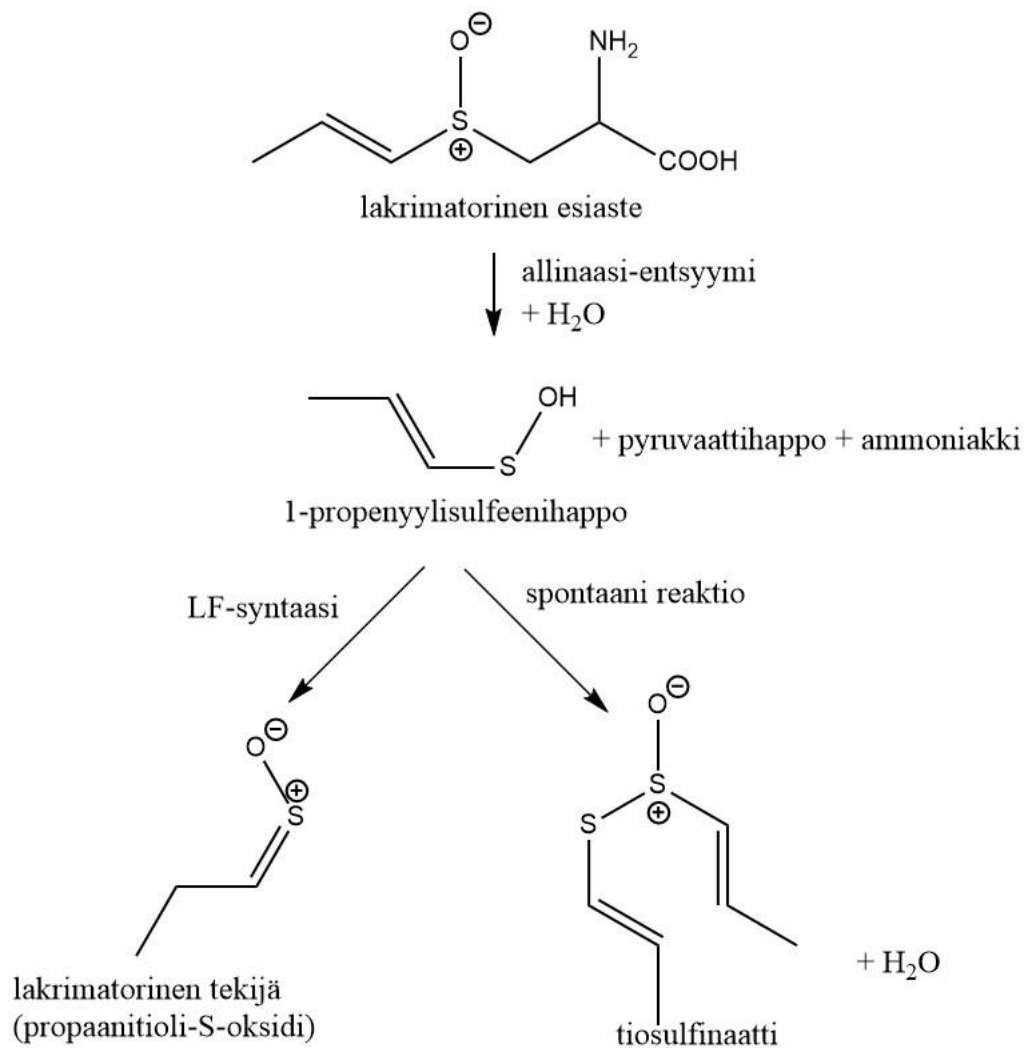
Sipulista saadaan niin ikään uutettua erilaisia yhdisteitä sen mukaan, mitä uuttomenetelmää käytetään. Vesitislauksessa saadaan propionaldehydiä ja dipropyylidisulfidia. Jos sipulin uuttamisessa käytetään CFC-yhdisteen vesiliuosta, saadaan lakrimatorista tekijää. Puhtaalla etanolilla alle 0 °C:n lämpötilassa käsiteltäessä muodostuu sen sijaan lakrimatorista esiastetta. Lakrimatorinen esiaste on alliinin rakenteellinen isomeeri. (Block, 1985) Kaaviossa 3 sivulla 14 on esitetty sipulista uutettavat keskeiset rikkiyhdisteet.



Kaavio 3: Sipulista uutettavat rikkiyhdisteet (Block, 1985)

3.2.6 Miksi sipuli itkettää sitä pilkottaessa?

Lakrimatorisen tekijän (propanitioli-S-oksidi) on aiemmin uskottu muodostuvan spontaanisti sipulia pilkottaessa allinaasi-entsyymien vaikutuksesta. Imain työryhmä (2002) on kuitenkin osoittanut, että lakrimatorisen tekijän muodostumiseen tarvitaan allinaasi-entsyymien sekä lakrimatorisen esiasteen lisäksi aiemmin tuntematon entsyymi, LF-syntaasi. Lakrimatorisesta esiasteesta muodostuu allinaasin vaikutuksesta 1-propenyylisulfeenihappoa, pyruvaattihappoa ja ammoniakkia. Aiemmin ajateltiin, että lakrimatorisen tekijän täytyy syntyä 1-propenyylisulfeenihaposta spontaanisti, koska sulfeenihappo on pysymätön yhdiste eikä sitä ole pystytty eristämään. Ilman LF-syntaasia lakrimatorista tekijää ei kuitenkaan muodostu, vaan pelkästään spontaanisti muodostuvaa tiosulfinaattia (Kaavio 4, s. 15). Tiosulfinaatti antaa sipulille sen ominaisen tuoksun ja lisäksi sillä on myös biologisia vaikutuksia. Siitä muodostuu edelleen yhdisteitä, joilla on veren lipidiarvoja pienentäviä sekä verihiutaleiden aggregaatiota (kokkaroitumista) estäviä vaikutuksia. Lakrimatorisen tekijän itkettävä vaikutus perustuu siihen, että se stimuloi kyynelten eritystä.



Kaavio 4: Lakrimatorisen tekijän muodostuminen esiasteestaan (Imai et al., 2002)

Estämällä LF-syntaasin toiminta olisi periaatteessa mahdollista kehittää sipuli, joka ei itketäisi sitä pilkottaessa. Toisaalta tällöin tiosulfinaatin muodostuminen lisääntyisi. Tiosulfinaatilla on välillisesti vaikutusta veren lipidiarvoihin sekä verihiutaleiden aggregaatioon. Toisaalta samaan lopputulokseen päästäisiin myös vaimentamalla allinaasi-entsyymin toimintaa. Silloin kuitenkin muutoksia tulisi todennäköisesti myös sipulin makuun ja tuoksuun sekä ravintoarvoihin. (Imai et al., 2002)

Blockin (2010) mukaan kyynelehtimistä voidaan vähentää seuraavilla toimenpiteillä: viilentämällä sipuleita (vähentää sekä lakrimatorisen tekijän haihtumista että LF-syntaasin toimintaa), laittamalla sipulit kiehuvaan veteen 5–10 sekunniksi (irrottaa sipulin kuoret, jolloin LF-syntaasin toiminta heikkenee), pilkkomalla sipulit juoksevan veden alla (lakrimatorinen tekijä on vesiliukoinen molekyyli), pilkkomalla sipulit liesituulettimen alla (pilkkomisesta

syntyneet höyryt eivät kantaudu silmiin asti) tai käyttämällä terävää veistä (solut vaurioituvat vähemmän, jolloin lakrimatorinen esiaste ja entsyymit eivät pääse yhtä hyvin kosketuksiin toistensa kanssa).

3.3 Tutkimukseen liittyvistä tilastollisista tunnusluvuista

Kvantitatiivisissa tutkimuksissa tilastollinen merkitsevyys ilmoitetaan usein pelkän p-arvon perusteella. P-arvo kertoo todennäköisyyden sille, että oikea nollahypoteesi hylätään virheellisenä. Usein tilastollisen merkitsevyyden tasoksi (alfatasoksi) valitaan 0,5, mikä tarkoittaa 5 %:n todennäköisyyttä sille, että tehdään väite, jonka mukaan tutkimusryhmien välillä on eroa, vaikka sitä todellisuudessa ei ole. Jos p-arvo on suurempi kuin 0,5, oletetaan ryhmien välisen eron johtuvan otantaan liittyvästä satunnaisvaihtelusta ja nollahypoteesi jää voimaan. Jos p-arvo on alle 0,5, on tulos tilastollisesti merkitsevä ja nollahypoteesi hylätään. Vaikka tulos olisi tilastollisesti merkitsevä, se ei kuitenkaan kerro vielä mitään vaikutuksen suuruudesta. (Sullivan & Feinn, 2012)

Vaikutuksen suuruuden merkityksestä kertoo esimerkiksi *Physicians Health Study*, jossa tutkittiin asetyylisalisyylihapon käyttöä sydäninfarktin ennaltaehkäisyssä. Tutkimuksessa tutkittiin yli 22 000 ihmistä yli viiden vuoden ajan ja havaittiin, että asetyylisalisyylihapon käyttö oli yhteydessä pienentyneeseen sydäninfarktiriskiin ja että tulokset olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä ($p < 0,00001$). Kuitenkin vaikutuksen suuruus (englanniksi *effect size*) oli hyvin pieni, koska absoluuttinen riskin alenema oli vain 0,77 % ja selitysaste (r^2) 0,001. Käytännössä se tarkoittaa sitä, että useat ihmiset käyttivät asetyylisalisyylihappoa ilman, että olisivat todellisuudessa hyötynyt siitä, mutta mahdollisesti kärsivät haittavaikutuksista. (Sullivan & Feinn, 2012)

On syytä muistaa myös, että tilastollisesti merkitseviä tuloksia voi saada pelkästään riittävän suurella otoskoolla. Tilastollinen merkitsevyys on riippuvainen sekä vaikutuksen suuruudesta että otoskoosta. Siksi suurella otoskoolla voidaan saada tilastollisesti merkitseviä tuloksia, vaikka vaikutuksen suuruus olisikin pieni. Toisaalta suuri ero vaikutuksessa voidaan havaita pienelläkin otoskoolla. (Sullivan & Feinn, 2012)

Vaikutuksen suuruudesta on puhuttu myös opetuksen tutkimuksessa. Vaikutuksen suuruus kertoo sen, kuinka suuri ero ryhmien välisessä suoriutumisessa on ollut. (Bennett et al., 2007) Eräs vaikutuksen suuruutta kuvaava tunnusluku on Cohenin d , joka lasketaan kaavalla 1 sivulla 17 (Becker, 2000):

$$d = (M_1 - M_2) / \sqrt{\frac{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}{2}}$$

Kaava 1: Cohenin d (Becker, 2000)

Kaavassa 1 M_1 ja M_2 ovat ryhmien 1 ja 2 keskiarvot ja σ_1^2 ja σ_2^2 ryhmien 1 ja 2 varianssit. Vaikutuksen suuruus ilmaistaan numeerisena arvona seuraavasti: vähäisen vaikutuksen (englanniksi *small*) raja-arvona pidetään arvoa 0,2, kohtalainen vaikutuksen (englanniksi *medium*) raja-arvona arvoa 0,5 ja merkittävän vaikutuksen (englanniksi *large*) raja-arvona arvoa 0,8 (Cohen, 1988, s. 25–26). (Huomautuksena, että Bennett ja hänen työryhmänsä (2007) on ilmoittanut merkittävän vaikutuksen rajaksi 0,4, joka on väärin.) Bennett ja hänen työryhmänsä (2007) on todennut, että vaikutuksen suuruus opetusta koskeissa tutkimuksissa on tyypillisesti pieni.

3.4 Eheyttävä kemian opetus

Opetussuunnitelman perusteet antaa juridisen määritelmän eheyttävälle opetukselle. Sillä tarkoitetaan opetussisältöjen opettamista siten, että asiasisällöt liitetään sekä arkielämään että yhteiskunnan ilmiöihin. Tavoitteena on muodostaa opetettavista asioista mielekäs kokonaisuus. Eheyttävä opetus auttaa oppijoita yhdistämään eri tieteenalojen tietoja ja taitoja sekä jäsentämään oppimaansa. Tarkoituksena on auttaa oppijaa saavuttamaan sellaiset tiedot ja taidot, joita hän voi käyttää hyödyksi sekä omassa elämässään että yhteiskunnankin hyväksi. Se auttaa myös maailmankuvan laajentamisessa. (Opetushallitus, 2014) Kirjallisuuden perusteella ei kuitenkaan ole olemassa konsensusta siitä, mitä eheyttämällä (englanniksi *integration* tai *interdisciplinary teaching*) tarkalleen ottaen tarkoitetaan. Joka tapauksessa on ilmeistä, että sen avulla pyritään parantamaan tieteellistä lukutaitoa. (Wei, 2009)

Ajatus eheyttävästä opetuksesta ei ole sinänsä uusi, vaikka vasta nykyinen perusopetuksen opetussuunnitelma velvoittaa siihen, että lukuvuodessa on vähintään yksi monialainen oppimiskokonaisuus (Opetushallitus, 2014). Vanhemmassa opetussuunnitelmassa mainittiin, että opetus voi olla eheyttävää, mutta mitään vaatimusta eheyttämälle ei ollut (Opetushallitus, 2004). Pragmatisti John Deweyn 1900-luvun alun kirjoituksista voidaan tulkita hänen tarkoittaneen eheyttämistä, vaikka ei varsinaisesti sanaa *eheyttäminen* käyttänytkään. Dewey kirjoitti siitä, kuinka kouluissa tulisi opettaa asioita siten, että niillä olisi yhteyksiä oppijan jokapäiväiseen elämään. Hänen mukaan kouluopetuksen sisällöt on luokiteltu liian keino-

koisesti. Hänen mukaan faktat on irrotettu siitä kontekstista, jossa ne oppijoiden kokemusmaailmassa esiintyvät ja luokiteltu uudelleen tavalla, jossa yhteys luonnolliseen kokemusmaailmaan häviää. Dewey näki tämän ongelmallisena siksi, että lapsille asiat eivät esiinny arkielämässä tarkasti jäsenneilynä kokonaisuuksina. Aikuiset sen sijaan ovat tottuneita näkemään asiat loogisesti jäsenneilynä kokonaisuuksina. (Dewey, 1902)

3.4.1 Erilaisia tapoja eheyttää opetusta

Eheyttävää opetusta voidaan toteuttaa neljällä eri tavalla. Yksi tapa on pitää fokus yhdessä oppiaineessa. Toinen tapa on yhdistää eri oppiaineiden asiasisältöjä, mutta kuitenkin niin että oppiaineiden väliset rajat tunnustetaan. Kolmas tapa on eheyttää opetusta siten, että myös oppiaineiden väliset rajat häivytetään. Neljännessä tavassa – kokonaisvaltaisessa eheytyksessä – ei enää selvästi fokusoiduta mihinkään yksittäiseen oppiaineeseen.

Jos opetuksen fokus on selvästi yhdessä oppiaineessa (engl. *informed disciplinarity*), niin opettaja turvautuu toisiin oppiaineisiin silloin kun se palvelee opettavan oppiaineen ymmärrystä. Esimerkiksi psykologian opettaja voisi oppimisteorian yhteydessä puhua siitä, kuinka sekä sosiaalinen vuorovaikutus että ympäristö vaikuttavat oppimiseen. Jos sen sijaan oppimisteoriaa opettaisivat yhdessä sekä kognitiivinen psykologi että kulttuuriantropologi, niin tällöin opetuksessa yhdistettäisiin eri teorioita, käsitteitä tai jopa tutkimusmenetelmiä (engl. *synthetic interdisciplinarity*). Kuitenkin eri oppiaineiden tai tieteenalojen välillä olisi selkeä ero esimerkiksi oppisisältöjen tai tutkimusmenetelmien välillä. (Lattuca et al., 2004)

Kolmas eheyttämistapa on opettaa eri oppiaineita niin, ettei niiden välillä ole enää selviä rajoja (engl. *transdisciplinarity*); esimerkiksi eri oppiaineiden teorioita, käsitteitä ja tutkimustapoja voitaisiin soveltaa toisiin oppiaineisiin. Esimerkiksi oppimisteoriaa opettaessa voitaisiin väittää, että kaikki oppiminen – oli kyseessä ihminen, eläin tai organisaatio – voidaan selittää yhden kattavan teorian avulla. Toisaalta eheyttävässä opetuksessa ei tarvitse olla mitään tiettyä ohjaavaa teoriaa, vaan esimerkiksi oppimista voitaisiin tutkia monesta eri näkökulmasta (engl. *conceptual interdisciplinarity*). Tähän menetelmään kuuluu olennaisesti myös kyky tarkastella kriittisesti eri teorioita ja tutkimusmenetelmiä. (Lattuca et al., 2004)

3.4.2 Kemian opetuksen haasteet

Asenteet kemian opetusta kohtaan ovat tutkimusten perusteella menneet huonompaan suuntaan (Aksela & Karjalainen, 2008). Aksela ja Karjalainen ovat tutkineet kemian opetuksen haasteita Suomessa ja havainneet, että opettajien mielestä oppijoiden asenteet kemian opiskelua kohtaan ovat huonontuneet. Vuonna 2008 opettajille suunnatussa kyselyssä suurin osa vastaajista (42 %) oli sitä mieltä, että suurin haaste kemian opetuksessa valtakunnallisella tasolla on asenteet kemiaa kohtaan, mutta myös kemiaa opiskelevien vähäinen määrä. Vuonna 1999 tehdyssä tutkimuksessa 13 % vastaajista piti asenteita kemiaa kohtaan opetuksen haasteena. PISA 2006 -tutkimuksen pohjalta on saatu samankaltaisia tuloksia. Yleisesti ottaen suurin osa oppijoista arvostaa tiedettä sinänsä, mutta henkilökohtainen kiinnostus kemiaan on kuitenkin vähäistä. Samoin kiinnostus kemian jatko-opintoihin tai kemiaan liittyviin vapaa-ajan harrastuksiin on varsinkin Suomessa vähäistä. (Lavonen & Laaksonen, 2009) Motivaatio kemian opiskelua kohtaan on siis Suomessa todellinen ongelma.

Myös Johnstone (2000) on havainnut useita kemian opetukseen liittyviä ongelmia. Hän on listannut seitsemän asiaa, joiden suhteen kehitys on jo 1960-luvulta lähtien mennyt epätoivottuun suuntaan:

- 1) Kemia ei kiinnosta oppijoita.
- 2) Useimmat yritykset lisätä kemian opiskelun kiinnostavuutta ovat epäonnistuneet.
- 3) Tutkijat eivät ole juuri pystyneet vastaamaan opetuksellisiin haasteisiin, kuten siihen, kuinka moolin käsitettä, aineen luonnetta, tasapainoa tai vapaata energiaa tulisi opettaa.
- 4) Kirjallisuudessa on puhuttu paljon niin sanotuista virhekäsityksistä, mutta tietoa siitä, kuinka niitä voisi korjata tai välttää kokonaan, on niukasti.
- 5) Monissa maissa pätevien opettajien löytäminen on haastavaa.
- 6) Olisi väärin luulla, että kiinnostus kemiaa kohtaan olisi yleisesti lisääntynyt. Useimmat ihmiset kokevat, etteivät tarvitse kemiaa arkielämässään – mikä voi sinänsä pitää paikkansakin.
- 7) Kemia ei ole muodikasta.

3.4.3 Kontekstuaalinen kemian opetus

Viimeisen kahden vuosikymmenen ajan luonnontieteiden opetuksessa on kiinnitetty huomiota kontekstuaaliseen opetusmetodiin. Kontekstuaalisella opetuksella tarkoitetaan sitä, että sisältöjä opetetaan konteksteissa eli asiayhteyksissä eikä reaaliaimasta irrallisina kokonaisuuksina. Termiä *kontekstuaalisuus* käytetään lähinnä eurooppalaisessa kirjallisuudessa, pohjoisamerikkalaisessa kirjallisuudessa termi STS eli *science – technology – society* on enemmän käytetty. Monet opetussuunnitelmien kirjoittajat sekä opettajat uskovat, että kontekstuaalisella opetuksella on lukuisia etuja konventionaaliseen opetukseen verrattuna. On kuitenkin perusteltua syytä kysyä, onko näiden väitteiden tueksi evidenssiä ja jos on, niin minkälaista. (Bennett et al., 2007)

Kontekstuaalinen opetus ei tutkimusten mukaan välttämättä paranna kemian substanssiosaamista, mutta sen on havaittu parantavan asenteita luonnontieteitä kohtaan (Bennett et al., 2007). Bennett kumppaneineen teki systemaattisen katsauksen siitä, millaisia tutkimustuloksia kontekstuaalisesta opetusmetodista on saatu. He etsivät vastauksia siihen, parantaako kontekstuaalinen opetus luonnontieteiden substanssiosaamista tai asenteita luonnontieteitä kohtaan. Systemaattiseen katsaukseen valikoitui yhteensä 17 kokeellista tutkimusta, joista 12 käsitteli kontekstuaalisen opetuksen ja substanssiosaamisen yhteyttä. Näiden 12 tutkimuksen laatu vaihteli: kaksi oli luokiteltu korkeatasoisiksi (*high quality*), kuusi kohtalaisen korkeatasoisiksi (*medium high quality*) ja loput neljä keskitasoisiksi (*medium quality*). Kaksi kolmasosaa tutkimuksista antoi viitteitä siitä, ettei kontekstuaalinen opetus parantanut oppimistuloksia verrattuna konventionaalisiin opetusmenetelmiin. Kolmannes tutkimuksista antoi kuitenkin viitteitä siitä, että kontekstuaalinen opetusmenetelmä johtaisi parempaan substanssiosaamiseen. Yhdessä tutkimuksessa huomattiin myös oppijoiden väärinkäsitysten (puhutaan myös virhekäsityksistä) vähenevän.

Niiden neljän tutkimuksen kohdalla, jotka antoivat viitteitä parantuneista oppimistuloksista, ei kuitenkaan kerrottu vaikutuksen suuruutta. Kahdessa tutkimuksessa oli tehty tilastollinen analyysi t-testin avulla. Toisessa tutkimuksessa tilastollisen merkitsevyyden tasoksi oli valittu 0,05 ja toisessa 0,01. Tutkimusdatan perusteella oli kuitenkin mahdollista laskea vastaavat vaikutusten suuruudet. Tutkimuksessa, jossa alfasoksi oli valittu 0,05, oli vaikutuksen suuruus Cohenin *d*:llä mitattuna 0,63. Toisessa tutkimuksessa, jossa alfaso oli valittu 0,01, oli vaikutuksen suuruus 1,52. Kirjoittajat kuitenkin huomauttivat, että jälkimmäisessä tutkimuksessa mittari, jolla kemiallista ymmärrystä mitattiin, oli tutkijoiden itse kehittämä. Kontekstuaalisesta opetuksesta voidaan todeta ainakin se, että kemian substanssiosaaminen

säilyy vähintään samalla tasolla verrattuna konventionaalisiin opetusmenetelmiin. Siitä, johtaako kontekstuaalinen opetus parempaan kemian ymmärrykseen, on vain rajallista näyttöä. (Bennett et al., 2007)

Systemaattiseen katsaukseen valikoituneet tutkimukset erosivat toisistaan esimerkiksi siltä osin, millaisilla mittareilla oppimistuloksia mitattiin. Joissakin tutkimuksissa huomautettiin, että tutkimuksessa käytetty mittari olisi soveltunut paremmin konventionaalisen opetuksen arviointiin. (Bennett et al., 2007) Bennett ja hänen työryhmänsä on myös todennut, että kemian ymmärrystä tulisi arvioida tarkoituksenmukaisilla mittareilla. Siksi oppijoita, jotka ovat saaneet kontekstuaalista opetusta, tulisi testata mittareilla, jotka perustuvat kontekstuaaliseen opetusmetodiin. Vastaavasti konventionaalista opetusta saaneet oppijat tulisi testata konventionaalisilla mittareilla.

Bennett ja hänen työryhmänsä (2007) systemaattiseen katsaukseen valikoitui asenteiden tutkimisen osalta 9 tutkimusta. Laadullisesti niistä 1 luokiteltiin korkeatasoiseksi, 3 kohtalaisen korkeatasoiseksi ja 5 keskitasoiseksi. Useimmissa tutkimuksissa tietoja asenteista kerättiin VAS-asteikolla (englanniksi *visual analog scale*). VAS-asteikko tarkoittaa asteikkoa, jossa käytetään esimerkiksi Likertin asteikkoa ja jossa numeerisen arvon avulla ilmaistaan, kuinka hyvin henkilö yhtyy esitettyyn väitteeseen.

3.4.4 Eheyttävän opetuksen vaikutus oppimistuloksiin

Brante ja Brunosson (2014) tutkivat murtolukujen opetusta kotitalouden kontekstissa. 18 oppilaalle opetettiin, kuinka murtolukuja, jotka ovat suurempia kuin $\frac{1}{2}$, lasketaan yhteen. Tutkimus sisälsi kolme vaihtetta: lähtötasotestin, testit ennen ja jälkeen intervention 1 ja 2 sekä matemaattisen testin. Jo lähtötasotestissä ilmeni, että oppilailla oli huomattavia vaikeuksia laskea yhteen murtolukuja, jotka olivat suurempia kuin $\frac{1}{2}$. Myös sellaisten murtolukujen, kuten $2\frac{2}{3}$, yhteen laskeminen tuotti vaikeuksia. Oppilaat jaettiin kahteen ryhmään sen mukaan, kuinka hyvin murtolukujen laskutoimitukset onnistuivat. Toisen ryhmän oppilaat selviytyivät lähtötasotestistä virheettömästi tai lähes virheettömästi, ja toisen ryhmän oppilailla oli selkeitä vaikeuksia laskutoimituksista selviytymisessä.

Ensimmäisessä interventiossa oppilaille demonstroitiin murtolukua $\frac{3}{4}$. Opettaja painotti, että kun murtolukuja lasketaan yhteen (tai kerrotaan), niin vain osoittajan arvo muuttuu. Opettaja esimerkiksi demonstroi, kuinka $\frac{6}{4}$ kuppia vettä on sama asia kuin 1,5 kuppia vettä. Ennen ensimmäistä interventiota suoritettussa testissä 4 oppilasta 9:stä ymmärsi kyseessä olevan murtoluvun merkityksen, mutta intervention jälkeen jopa 7 oppilasta 9:stä ymmärsi asian oikein. (Brante & Brunosson, 2014)

Toisessa interventiossa käytettiin myös murtolukua $\frac{3}{4}$, mutta lähestymistapa oli hieman erilainen. Opettaja painotti, kuinka tärkeää on osata murtoluvut ruokareseptejä lukiessaan. Jos ei osaa murtolukuja, ei myöskään osaa mitata ainesosia oikein, jolloin lopputulos ei välttämättä ole odotusten mukainen. Opettaja painotti myös sitä, että murtoluvun nimittäjässä oleva luku, tässä tapauksessa 4, tarkoittaa sitä, että kyseessä olevat 4 osaa ovat kaikki yhtä suuria. Asiaa havainnollistettiin vielä perunan avulla: ensin se pilkottiin 4 osaan ja sen jälkeen poimittiin niistä 3. Ennen toista interventiota 6 oppilasta 9:stä ymmärsi kyseessä olevan murtoluvun merkityksen, ja toisen intervention jälkeen kaikki oppilaat ymmärsivät asian oikein, jopa ne, joilla oli alussa vaikeuksia ymmärtää murtolukuja. (Brante & Brunosson, 2014)

Matemaattinen koe pidettiin kolme päivää toisen intervention jälkeen. Kokeen tarkoitus oli selvittää, osaavatko oppilaat laskea yhteen murtolukuja, jotka ovat suurempia kuin $\frac{1}{2}$. Puolet oppilaista osasi yhteenlaskun ongelmitta. Yleisesti ottaen käytännön laskutaito oli yhteydessä myös teoreettiseen laskutaitoon. (Brante & Brunosson, 2014)

Empiiristä tutkimusta eheyttävän opetuksen vaikutuksista oppimistuloksiin on kuitenkin niukasti. Eheyttävän opetuksen puolustajat kuitenkin ajattelevat sen esimerkiksi aktivoivan oppijoita paremmin kuin konventionaaliset opetusmetodit. Jotkut eheyttävän opetuksen puolustajat ovat myös sitä mieltä, että eheyttävä opetus antaa oppijoille paremmat valmiudet muun muassa ongelmanratkaisuun, kriittiseen ajatteluun ja kykyyn tarkastella erilaisia näkökulmia. Kuitenkin vain muutama tutkimus yliopistotasolla tukee ajatusta siitä, että eheyttävä opetus parantaisi oppimistuloksia. (Lattuca et al., 2004)

Wingertin tutkimusryhmä (2014) tutki eheyttävän opetuksen vaikutusta oppimistuloksiin ruokapolitiikan kontekstissa yliopisto-opiskelijoilla. Opiskelijat jaettiin kahteen ryhmään: kokeellisessa ryhmässä oli 161 opiskelijaa, jotka olivat olleet eheyttävää opetusmetodia hyödyntävällä kurssilla, ja verrokkiryhmässä oli 177 opiskelijaa. Opiskelijat edustivat melko

tasaisesti yhdysvaltalaisen yliopiston neljää vuosikurssia (engl. *freshman*, *sophomore*, *junior* ja *senior*). Kokeellisen ryhmän jäsenistä suurin osa oli käynyt yhden eheyttävää opetusmetodia hyödyntävän kurssin, mutta osalla oli kaksi tai useampi eheyttävä kurssi suoritettuna. Kummallekin ryhmälle annettiin tehtäväksi lukea artikkeli kvinoan tuotannon seurannaisvaikutuksista. Luettuaan artikkelin opiskelijoiden tehtävänä oli vastata neljään kysymykseen, jotka arvioitiin asteikolla 1–4, jossa 4 on paras pistemäärä. Kokonaispistemäärä oli siis 16. Opiskelijoiden vastaukset tarkasti neljä henkilöä, ja tarkastajien kappa-arvo oli 0,79, mitä voidaan pitää merkittävänä yksimielisyyden merkinä.

Kaikki erot ryhmien välillä olivat tilastollisesti merkitseviä. Ryhmien pisteiden keskiarvojen erotus oli 1,02 ($p < 0,0001$), kun vertailtiin ryhmien kokonaispistemääriä. Kun tutkittiin vain kahta viimeistä kysymystä, joiden katsottiin testaavan parhaiten eheyttävää opetusmetodia hyödyntävien kurssien keskeistä sisältöä, saatiin erotukseksi toiseksi viimeisen kysymyksen kohdalla 0,25 ($p = 0,002$) ja viimeisen kysymyksen kohdalla 0,30 ($p < 0,0001$). (Wingert et al., 2014) Artikkelissa ei ollut laskettu vaikutuksen suuruutta, mutta sen voi laskea sivulta 17 löytyvällä kaavalla 1. Ensimmäisessä tapauksessa Cohenin d :n arvoksi saadaan 0,502, joka vastaisi kohtalaista vaikutusta. Ryhmien välinen keskiarvojen erotus oli vähän suurempi, kun tuloksia analysoitiin siten, että kokeellinen ryhmä muodostettiin niistä opiskelijoista, jotka olivat ilmoittaneet käyneensä ruoka-kontekstiin perustuvan eheyttävän kurssin ($n = 33$). Ryhmien välisten kokonaispisteiden keskiarvojen erotus oli tällöin 1,32 ($p = 0,0008$). (Wingert et al., 2014) Tässä tapauksessa oli käytetty yksisuuntaista Mannin ja Whitneyyn testiä. Yksisuuntaisessa testauksessa muutoksen oletetaan tapahtuvan vain yhteen suuntaan, mutta miten etukäteen voisi tietää, kuinka kyseinen alaryhmä tulee suoriutumaan? Yleisesti myös alaryhmäanalyysiin (engl. *subgroup analysis*) kannattaa suhtautua varauksella. Vastaava Cohenin d :n arvo on 0,636, joka vastaa keskisuurta vaikutusta.

Lisäksi havaittiin, että eheyttävää opetusta hyödyntävien kurssien suoritusmäärä korreloi testistä saatujen kokonaispisteiden kanssa. Kaikkien opiskelijoiden kohdalla Spearmanin r oli 0,23 ($p < 0,0001$). Silloin kun kokeellinen ryhmä muodostui opiskelijoista, jotka olivat käyneet ruoka-kontekstin mukaisen eheyttävän kurssin, oli Spearmanin r :n arvo 0,32 ($p = 0,04$).

3.4.5 Kiinnostuksen vaikutus oppimistuloksiin

Kiinnostuksen opetettavaa asiaa kohtaan tiedetään parantavan oppimistuloksia. Alan tutkijat puhuvat tilannesidonnaisesta ja henkilökohtaisesta kiinnostuksesta. Tilannesidonnainen kiinnostus esiintyy esimerkiksi opetustilanteessa ja on luonteeltaan sekä spontaania että väliaikaista. Sen sijaan henkilökohtainen kiinnostus on luonteeltaan pysyvämpää ja sisäsyntyistä. Tilannesidonnainen kiinnostus on opetustilanteessa tärkeää, koska se voi auttaa oppijoita keskittymään käsillä olevaan asiaan, ja siihen myös opettaja voi ainakin jossain määrin vaikuttaa. (Schraw, Flowerday, & Stephen, 2001)

Schrawin työryhmä (2001) on esittänyt kuusi tapaa, joilla oppijoiden mielenkiintoa voidaan lisätä silloin kun käytetään kirjallista materiaalia:

- 1) Tarjoa oppijoille mielekkäitä vaihtoehtoja. Vaihtoehtojen tarjoaminen voi motivoida oppijaa, koska se tyydyttää itsemääräämisoikeutta.
- 2) Käytä laadukasta kirjallista materiaalia. Laadukas kirjallinen materiaali on hyvin kirjoitettu, ja siinä esitetyt faktat pitävät paikkansa.
- 3) Suosi kirjallista materiaalia, joka on kirjoitettu innostavasta näkökulmasta. Vältä esimerkiksi materiaalia, jossa on paljon epäolennaisia yksityiskohtia.
- 4) Anna oppijoille riittävät taustatiedot ennen lukutehtävää. Riittävät taustatiedot auttavat oppijaa ymmärtämään tekstiä paremmin.
- 5) Kannusta oppijoita aktiivisuuteen. Selvitä oppijoiden ennakkokäsitykset ja kysy, mitä he haluaisivat oppia lisää.
- 6) Auta oppijoita erottamaan oleellinen epäoleellisesta. Varsinkin epämotivoituneiden oppijoiden kohdalla tämä on erityisen tärkeää.

3.4.6 Eheyttäminen opetussuunnitelmassa

Perusopetuksen opetussuunnitelman mukaan eheyttäminen vaatii sekä opettavien sisältöjen että työtapojen kohdalla pedagogista lähestymistapaa, jossa opettavia asioita tarkastellaan kokonaisuuksina. Tämä tarkoittaa oppiainerajojen ylittämistä ja opettavien asioiden tarkastelemista arkielämän kontekstissa. Eheyttämisen tapa ja kesto voi vaihdella sen mukaan, mitkä ovat oppijoiden tarpeet ja opetuksen tavoitteet. Eheyttämistä voidaan toteuttaa muun muassa seuraavasti (Opetushallitus, 2014):

- opiskelemalla samaa aihetta kahdessa tai useammassa oppiaineessa samanaikaisesti
- opettamalla samaan teemaan kuuluvia asioita peräkkäin

- järjestämällä toiminallisia aktiviteetteja, kuten opintokäyntejä
- suunnittelemalla monialaisia ja pidempikestoisia oppimiskokonaisuuksia yhdessä muiden oppiaineiden opettajien kanssa
- muodostamalla oppiaineista integroituja kokonaisuuksia
- kokonaisopetuksena, jossa kaikki opetus on eheyttävää

Opetuksen järjestäjän tehtävänä on huolehtia siitä, että opintoihin sisältyy vähintään yksi monialainen oppimiskokonaisuus lukuvuodessa. Monialaisten oppimiskokonaisuuksien tarkemmat tavoitteet, sisällöt ja toteuttamistavat tulee kirjata paikalliseen opetussuunnitelmaan sekä täsmentää ne koulujen lukuvuosisuunnitelmissa. Monialaisten oppimiskokonaisuuksien toteuttamiseen tulee varata riittävästi aikaa, jotta oppijat ehtivät syventyä käsiteltäviin aiheisiin sekä työskennellä pitkäjänteisesti oppimistavoitteiden saavuttamiseksi. (Opetushallitus, 2014)

3.5 Verkko-opetusmateriaali opetuksen tukena

Chumley-Jones, Dobbie ja Alford (2002) ovat tehneet systemaattisen katsauksen verkko-opetusmateriaalin käytöstä lääketieteen opetuksessa. Katsaukseen valikoitui 76 artikkelia vuodesta 1992 vuoteen 2001, joista 31:ssä käytettiin jonkinlaista verrokkiryhmää. Jäljelle jääneiden 45 artikkelin kohdalla kriittinen arviointi ei ollut mahdollista, koska esimerkiksi kontrolliryhmiä ei ollut tai tuloksia ei ollut kuvailtu tilastollisilla tunnusluvuilla. Kaksi artikkelin kirjoittajista valitsi kriteerit täyttävät tutkimukset, ja heidän kappa-arvonsa oli 0,869 ($p < 0,001$). Koska tulokset olivat heterogeenisiä, ei niistä ollut mahdollisuutta koota meta-analyysiä. Tuloksia analysoitiin neljällä osa-alueella, joita olivat vaikutukset oppimistuloksiin, asenteisiin, oppimistehokkuuteen sekä opetuskustannuksiin.

22 tutkimuksessa tutkittiin verkko-opetusmateriaalin vaikutuksia oppimistuloksiin. Tutkimusmenetelmät vaihtelivat, mutta yleisin oli ennen ja jälkeen intervention tehtävä testi (engl. *pretest/posttest self-controlled study*). Mukana oli kuitenkin myös lukuisia satunnaistettuja vertailukokeita. Ennen ja jälkeen intervention tehdyt testit antoivat viitteitä parantuneista oppimistuloksista, mutta tutkimuksissa, joissa käytettiin verrokkiryhmiä, ei oppimistulosten havaittu parantuneen. Yhteenvetona verkko-opetusmateriaalin käyttö opetuksessa paransi monivalintakokeissa suoriutumista intervention jälkeen, mutta ei muuten eronnut muista opetusmenetelmistä oppimistulosten suhteen. (Chumley-Jones et al., 2002)

Asenteet verkko-oppimisympäristöihin olivat yleisesti ottaen positiivisia. Merkittävä tyytyväisyyttä vähentävä seikka oli hidas internet-yhteys. Vain kahdessa tutkimuksessa tutkittiin verkko-opetusmateriaalin käytön ja opiskelutehokkuuden välistä yhteyttä. Toisessa tutkimuksessa opiskelun havaittiin tehostuvan, mutta toisessa tutkimuksessa tulokset olivat ristiriitaisia. Verkko-opetusmateriaalin käytöstä opetuksen kustannuksiin oli vain vähän tietoa: yksi vuonna 1995 julkaistu retrospektiivinen tutkimus. Kyseisessä tutkimuksessa verkko-opetusmateriaalin kulut olivat pienemmät verrattuna oppikirjoihin. (Chumley-Jones et al., 2002)

3.5.1 Verkko-opetusmateriaalien edut

Verkko-opetusmateriaalien ilmeisin etu on se, ettei se ole sidoksissa tiettyyn paikkaan ja aikaan kuten perinteinen luokkaopetus tai muut tietokoneavusteiset opetusmenetelmät. Parhaimmillaan samaa verkko-opetusmateriaalia voisi käyttää oppijat ympäri maailman. Verkko-opetusmateriaalin käyttö mahdollistaisi myös samojen oppimateriaalien käytön eri koulujen välillä, ja tiettyjä komponentteja (esimerkiksi animaatiot) voitaisiin myös hyödyntää uudelleen muilla kursseilla. Lisäksi verkkokurssilla voisi olla osanottajia periaatteessa kuinka paljon tahansa, ainoastaan palvelinten kapasiteetti ja internet-yhteys ovat tässä kohtaa rajana. Verkko-opetusmateriaalin käyttö on myös ajasta riippumatonta, koska oppija voi käyttää verkossa olevaa materiaalia hyväksi milloin tahansa. (Cook, 2007)

Verkko-opetusmateriaalia voidaan tarvittaessa päivittää. Tietyillä tieteenaloilla, kuten lääketieteessä, on usein tarve päivittää tietoja. Verkko-opetusmateriaalia käytettäessä tämä on helposti tehtävissä toisin kuin painettujen kurssimateriaalien tai kirjojen kohdalla. Verkko-opetusmateriaalissa on myös se lisäetu, että tietoja voi säilyttää verkossa niin kauan kuin halutaan, jolloin oppijoille jää mahdollisuus käyttää verkko-opetusmateriaalia hyödyksi myös jatkossa. (Cook, 2007)

Verkko-opetusmateriaalilla on myös tiettyjä etuja, jotka voivat olla mahdottomia toteuttaa perinteisessä luokkaopetuksessa. Lääketieteen opiskelijoiden verkko-opetusmateriaaleissa voidaan käyttää esimerkiksi virtuaalisia potilassimulaattoreita. Yleisesti ottaen erilaiset interaktiiviset mallit, pelit ja videot toimivat luontevasti verkkoympäristössä. Tiedon etsiminen ja kokoaminen internetistä voi niin ikään olla luontevampaa verkko-opetusmateriaalin yhteydessä. Keskustelu verkkoympäristössä voi lisäksi tarjota tiettyjä etuja perinteiseen kasvokkain tapahtuvaan keskusteluun verrattuna. Verkkokeskustelussa esimerkiksi argumentteja voidaan muotoilla pidempään kuin kasvokkain tapahtuvassa keskustelussa, mikä voi

johtaa laadukkaampaan argumentointiin. Kasvokkain tapahtuvassa keskustelussa saatetaan siirtyä aiheesta toiseen ennen kuin kaikki ovat ehtineet sisäistää esille tuodut seikat, jolloin myös aiheellisia kysymyksiä saattaa jäädä kysymättä. (Cook, 2007)

Myös arviointi ja tavoitteiden saavuttamisen varmistaminen voi olla helpompaa verkko-opetusmateriaalia käytettäessä. Arviointi on paikasta ja ajasta riippumatonta. Verkko-opetusmateriaalin käyttö mahdollistaa myös välittömän kurssipalautteen. Verkko-opetusmateriaalin avulla voidaan saada helposti myös tieto siitä, mitkä tavoitteet on saavutettu. (Cook, 2007)

3.5.2 Verkko-opetusmateriaalien haasteet

Verkko-opetusmateriaalien käyttö voi johtaa sosiaaliseen eristykseen. Koska nykyisin arvostetaan suuresti ryhmäytötaitoja, niin verkko-opetusmateriaalien käyttö ei välttämättä kehitä näitä taitoja. Yhtä lailla henkilökohtaisen tuen antaminen verkko-opetusympäristössä voi olla haasteellista. Kokeneen opettajan on huomattavasti helpompi tarkkailla luonnollisessa ympäristössä tapahtuvaa ryhmätyöskentelyä ja ohjata työskentelyä huomioiden myös yksityiskohtaiset tarpeet. Sen sijaan verkko-opetusympäristössä yksilöllisten tarpeiden huomiointi on haasteellisempaa, koska kaikki yksilölliset tarpeet tulisi osata huomioida jo suunnitteluvaiheessa – mikä vaatisi melkoista ennakkointitaitoa. (Cook, 2007)

Verkko-opetusmateriaalin luominen voi toisinaan olla myös kallista; esimerkiksi lääketieteen opetuksessa virtuaalipotilassimulaatiot voivat hyvinkin kalliita. Huomattavia lisäkuluja voi syntyä myös siitä, jos verkko-oppimisympäristöön liittyy keskustelupalstoilla tapahtuvaa kommunikointia, johon myös opettajat osallistuvat. Lisäksi on syytä muistaa, että verkko-opetusmateriaaleissa on aina teknisten häiriöiden riski – ja todennäköistä on, että jossain vaiheessa eteen tulee jonkinlaisia teknisiä ongelmia. Mitä monimutkaisemmista teknisistä toteutuksista on kyse, niin sitä kirjavampi on myös teknisten ongelmien kirjo. Jos opettaja käyttäisi opetuksessa liitutaulua ja jos liidut loppuisivat, niin opettaja voisi hyvin jatkaa opetusta suullisestikin, mutta yksikin syntaksivirhe lähdekoodissa voi pahimmillaan estää koko verkkomateriaalin toiminnan. (Cook, 2007)

Verkko-opetusmateriaalia luotaessa onkin pohdittava sitä, mitä lisäarvoa se tuo verrattuna siihen, että samat asiat opiskeltaisiin esimerkiksi painetusta oppikirjasta. Esimerkiksi painetun oppikirjan julkaiseminen muuttumattomana sähköisessä muodossa ei välttämättä tuo lisäarvoa. Vaikka teknologia on tullut jäädäkseen, ei sitä kannattane käyttää yksin siitä syystä, että se on ajan hengen mukaista. Teknologia voi olla tehokas työkalu, mutta voi olla tilanteita, joihin se ei sovi. (Cook, 2007)

3.6 Yhteenveto

Tässä teoreettisessa ongelma-analyysissä on tarkasteltu eheyttävän opetuksen vaikutusta kemian oppimistuloksiin ja asenteisiin kemian opetusta kohtaan. Tutkimukset ovat osoittaneet, että asenteet kemian opetusta kohtaan ovat menneet huonompaan suuntaan (Aksela & Karjalainen, 2008; Johnstone, 2000). Myös PISA 2006 -tulosten mukaan kemiaa ei koeta houkuttelevaksi oppiaineeksi, vaikka yleisesti tiedettä sinänsä arvostetaankin (Lavonen & Laaksonen, 2009). Muun muassa näihin haasteisiin on haettu vastausta kontekstisidonnaisesta opetuksesta (Aksela & Karjalainen, 2008). Näiden lähtökohtien takia on epäilemättä perusteltua yrittää parantaa asenteita kaikilla mahdollisilla keinoilla.

Yhtä perusteltua on kuitenkin myös selvittää, millaisia vaikutuksia eheyttävällä tai kontekstuaalisella opetuksella on itse kemian osaamiseen. Tältä osin tutkimustulokset ovat kuitenkin melko vaatimattomia. Lisäksi tiedemaailmassa ei ole vielä konsensusta siitä, mitä eheyttävällä opetuksella tarkalleen ottaen tarkoitetaan (Wei, 2009). Tämä vaikeuttaa luonnollisesti tutkimuskirjallisuuden analysointia. Koska opetuksen tutkimuksessa käytetään paljon erilaisia tutkimusmenetelmiä ja koska tulokset ovat usein heterogeenisiä, on esimerkiksi meta-analyysien tekeminen käytännössä mahdotonta (esim. Chumley-Jones et al., 2002). Tämän lisäksi tutkimuksista puuttuu usein tieto vaikutuksen suuruudesta (esim. Bennett et al., 2007).

Vaikutukset verkko-opetusmateriaalin käytöstä oppimistuloksiin olivat myös melko vaatimattomia. Selvä etu verkko-opetusmateriaalin käytöstä oli asenteisiin. Artikkelin oli kuitenkin sen verran vanha, että tällöin yksi suurin tyytymättömyyttä aiheuttava seikka oli internet-yhteyden hitaus. (Chumley-Jones et al., 2002) Internet-yhteydet ovat vuoden 2002 jälkeen nopeutuneet huomattavasti, joten siltä osin tarvittaisiin uudempaa tutkimustietoa. Verkko-opetusmateriaalit voivat kuitenkin tuoda paljon lisäarvoa opetukseen silloin kun niitä käytetään tarkoituksenmukaisesti. Pelkästään painetun oppikirjan muuttaminen sähköiseen muotoon ei välttämättä tuo mitään lisäarvoa, mutta esimerkiksi interaktiivisten simulaatioiden lisääminen voi sitä tuoda. Verkkoympäristö mahdollistaa myös sen, että opettaja voi suhteellisen helposti tehdä itse opetusmateriaalinsa. Verkkoympäristössä opetusmateriaalit on helppo jakaa myös muidenkin opettajien käyttöön. (Cook, 2007)

Joka tapauksessa lienee turvallista todeta, ettei kontekstuaalisesta tai eheyttävästä opetuksesta ole oppijoille haittaa. Vaikka kemian substanssiosaaminen ei välttämättä parane – mutta ei myöskään huonone – on eheyttävän ja kontekstuaalisen opetuksen havaittu parantavan asenteita kemian opiskelua kohtaan (esim. Bennett et al., 2007). Jos kemian opiskelusta saadaan mielekkäämpää, tätä voitaneen pitää jo itsessään tavoiteltavana asiana. Kiinnostuksen tiedetään lisäävän oppimistuloksia (Schraw et al., 2001). Toisaalta ei ole aivan selvää, lisääkö parantunut asenne välttämättä henkilökohtaista kiinnostusta. PISA 2006 -tutkimuksessa nimittäin havaittiin, että vaikka Suomessa yleisesti arvostetaan tiedettä sinänsä, ei kemian opiskelu kuitenkaan kiinnosta useimpia henkilökohtaisella tasolla (Lavonen & Laaksonen, 2009). Toisaalta asian voi nähdä niinkin, että negatiivinen asenne opetettavaa ainetta kohtaan tuskin koskaan tulee herättämään henkilökohtaistakaan kiinnostusta.

Sipulin kemia on laaja käsite. Sipulien sukuun kuuluu useita satoja eri lajeja, ja erilaisia sipuleihin liittyviä yhdisteitä on valtava määrä. Sipulin kemiassa on kyse mitä erilaisimmista rikin yhdisteistä. Sipuleista saatavat yhdisteet voidaan kaavion 1 (s. 10) mukaisesti jakaa haihtuviin yhdisteisiin (engl. *Volatile organic compound* tai VOC) ja ei-haihtuviin yhdisteisiin. Haihtuviin yhdisteisiin kuuluvat tiosulfinaattien esiasteet, joista muodostuu entsyymaattisesti välituotteina sulfeenihappoja. Sulfeenihapoista muodostuu edelleen kondensaatioreaktioiden kautta varsinaisia tiosulfinaatteja eli haihtuvia rikkiyhdisteitä. Tiosulfinaateista voi edelleen muodostua jatkoreaktioiden kautta pysymättömiä orgaanisia rikkiyhdisteitä. Toisaalta sipuleista löytyy myös ei-haihtuvia yhdisteitä, joihin kuuluvat saponiinit ja sapogeniinit sekä flavonoidit ja fenolit. Saponiineilla tarkoitetaan steroideja ja terpenoidiglykosideja. Saponiinit ovat näiden johdannaisia. Flavonoideilla tarkoitetaan polyfenoleja. (Lanzotti, 2006)

Perusopetuksen opetussuunnitelma velvoittaa perehtymään johonkin orgaaniseen yhdisteryhmään (Opetushallitus, 2014, s. 395). Periaatteessa rikkiä sisältävät orgaaniset yhdisteet voisivat tulla kyseeseen. Toisaalta empiirisen ongelma-analyysi II:n tulosten perusteella ongelmaksi saattaa muodostua se, että aihe voi olla liian haastavaa yläkoululaisille. Toisaalta sipulin kemiaan tutustuminen voisi toimia hyvin eheyttävän opetuksen kannalta, koska sipuli on kaikille tuttu ruoka-aine, joten yhteys arkielämään on selvä.

4 Empiirinen ongelma-analyysi I

Kehittämistutkimukseen kuuluvaa empiiristä ongelma-analyysiä I kutsutaan usein myös tarveanalyysiksi. Tarveanalyysin tarkoituksena on täydentää tutkimuskirjallisuusanalyysiä. Tarveanalyysi voi olla esimerkiksi oppikirjojen sisällönanalyysi tai esimerkiksi kyselytutkimus käyttäjäkohderyhmälle. (Aksela & Pernaa, 2013) Tässä tutkimuksessa tarveanalyysi suoritettiin oppikirjojen sisällönanalyysillä. Oppikirjojen sisällönanalyysiin valittiin kaksi peruskoulun vuosiluokkien 7–9 kemian oppikirjaa. Analyysiin valittiin yläkoulun kemian oppikirjat, koska tässä opinnäytetyössä tarkastellaan eheyttävää kemian opetusta peruskoulussa. Peruskoulun opetussuunnitelmassa on kokonainen kappale opetuksen eheyttämisestä ja monialaisista oppimiskokonaisuuksista (Opetushallitus, 2014, s. 31–32). Sen sijaan lukion opetussuunnitelmassa on vain yksi maininta eheyttämisestä (Opetushallitus, 2015, s. 16):

”Jaksojen temaattinen toteutus voi luoda edellytyksiä opetuksen eheyttämiselle.”

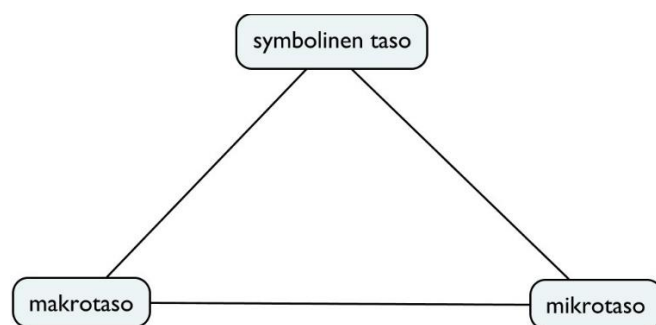
Lisäksi tutkimusten mukaan oppikirjat ovat Suomessa yleisimmin käytössä oleva oppimateriaali (Heinonen, 2005).

Oppikirja-analyysissä oli tarkoitus selvittää, miten sipulin kemia esiintyy vuosiluokkien 7–9 kemian oppikirjoissa. Kahden tarkasteluun otetun oppikirjan alustavassa tarkastelussa selvisi, ettei sipulia mainittu kirjoissa ollenkaan, paitsi yhden oppikirjan kohdalla yhdessä lisätietoruuudessa. Siksi tarkastelua laajennettiin siten, että oppikirjoista etsittiinkin mainintoja ruoanvalmistuksen kemiasta. Ruoanvalmistuksen kemialla tarkoitetaan tässä yhteydessä mainintoja, joissa esiintyvät yhtä aikaa sekä kemia että varsinainen ruoanvalmistus. Esimerkiksi maininta ruokasuolan kiderakenteesta ei vielä riittäisi, koska siitä puuttuu yhteys ruoanlaittoon. Jos sen sijaan ruokasuolan kiderakenteen lisäksi mainittaisiin, että ruokasuolaa käytetään ruoanlaitossa maun ja säilyvyyden parantamiseksi, täyttäisi maininta kummatkin kriteerit. Tarkoituksena oli selvittää, kuinka paljon ja missä yhteyksissä ruoanvalmistuksen kemiasta puhuttiin kahdessa tarkastelun kohteena olleessa kemian yläkoulun oppikirjassa. Ahvenniemi (2009) on tehnyt vastaavanlaisen analyysin, joten vertailukelpoisuuden vuoksi myös tässä analyysissä käytetään samaa esiintymislukittelua.

4.1 Oppikirja-analyysi

Oppikirja-analyysi suoritettiin teoriaohjaavan analyysin periaatteiden mukaisesti. Teoriaohjaavassa analyysissä teoriaa voi käyttää apuna analyysissä. (Tuomi & Sarajarvi, 2009, s. 96–97) Tässä tutkimuksessa se ilmenee siten, että oppikirjojen maininnat on luokiteltu etukäteen sovittujen analyysiyksiköiden mukaisesti. Oppikirja-analyysissä ruoanvalmistuksen kemiaan liittyvät maininnat on jaoteltu Ahvenniemen (2009) käyttämiin esiintymisluokkiin, joita ovat leipäteksti, kuvateksti, lisätietoruutu, harjoitustehtävä, laboratoriotyö ja muu yhteys. Jaottelussa on myös mainittu, mihin kemian käsitteeseen kyseessä oleva maininta liittyy. Lisäksi maininnat on luokiteltu Johnstonen (2000) kemian tietotasojen mallin mukaisiin luokkiin, mistä lisää seuraavassa kappaleessa.

Johnstonen (2000) kemian tietotasojen malli sisältää kolme tasoa: makro-, mikro- ja symbolisen tason (Kuva 5). Makrotason ilmiöillä tarkoitetaan asioita, jotka voidaan havaita näkemällä, koskemalla tai haistamalla. Mikrotason ilmiöitä ovat puolestaan asiat, joita ei voida suoraan aistein havaita: atomit, molekyylit, ionit ja muut mikroskooppiset rakenteet. Symbolisella tasolla tarkoitetaan kaikkia matemaattisia esitysmuotoja: kemian symboleita, kaavoja, yhtälöitä, kaavioita ja muita matemaattisia ilmaisuja. Johnstone mukaan nämä kolme tasoa muodostavat ikään kuin kolmion, jonka jokaista kärkeä yksi taso edustaa. Eri tasoja ei Johnstone mukaan voi laittaa paremmuusjärjestykseen, vaan ne pikemminkin täydentävät toisiaan.



Kuva 5: Kemian kolme tietotasoa (Johnstone, 2000)

Makrotason ilmiöt ovat meille kaikille tutuimpia. Suurin osa kohtaamistamme arkielämän ilmiöstä on luonteeltaan makrotason ilmiöitä. Näiden makrotason ilmiöiden pohjalta luomme myös suurimman osan käsitteistämme. Jopa niinkin abstraktit käsitteet, kuten rakkaus tai oikeudenmukaisuus, ovat suhteellisen helposti ymmärrettävissä, kun niihin liitetään jokin käytännön esimerkki. Siksi abstrakti käsitekin voi olla luonteeltaan makrotason ilmiö. Syväallinen kemian ymmärrys vaatii kuitenkin siirtymistä makrotasolta

mikrotasolle. Koska kemia tutkii mikrotason ilmiöitä, vaatii näiden normaalin havaintopiirimme ulkopuolella olevien ilmiöiden selittäminen välttämättä mikrotason malleja. Mikrotason mallit, kuten atomit ja molekyylit, eivät kuitenkaan yksinään riitä, vaan tarvitaan myös formaali kieli, jolla tulokset esitetään. Näin mukaan tulee myös kemian symbolinen taso. (Johnstone, 2000)

Teoriaohjaavassa analyysissä siis tunnustetaan aiemman tiedon vaikutus, toisin kuin aineistolähtöisessä analyysissä. Aineistolähtöisessä analyysissä aineisto kerätään ilman etukäteen sovittuja analyysiyksiköitä. Aineistolähtöisen analyysin toteuttaminen on kuitenkin hyvin haastavaa jo sen vuoksi, koska voidaan perustellusti kysyä, onko täysin ”puhtaita” havaintoja edes olemassa. On yleisesti hyväksyttyä, että havaintoihin liittyy aina myös teoriaa. Teoriaohjaavassa analyysissä aineisto voidaan kuitenkin kerätä hyvinkin vapaasti. Tutkimus alkaa ikään kuin aineistolähtöisesti, mutta analyysin edetessä aiempi teoria alkaa ohjata analyysiä. (Tuomi & Sarajärvi, 2009, s. 96–97)

4.2 Tulokset

Ruoanvalmistuksen kemiaan liittyviä mainintoja löytyi runsaasti. Ruoanvalmistuksen kemiaan liittyvät maininnat on luetteloitu taulukossa 1 sivulla 33. Suhteellisesti suurin osa, 51 %, maininnoista oli leipätekstissä. Se oli odotettu tulos, koska kirjoista luonnollisesti suurin osa on leipätekstiä. Seuraavaksi eniten, 20 % maininnoista, oli lisätietoruuduissa. Kolmannella sijalla 9 %:n osuudella olivat kuvatekstit, harjoitustehtävät ja muut yhteydet. Muilla yhteyksillä tarkoitetaan esimerkiksi ingressiä tai erotuskaaviota. Lähteessä B ruoanlaiton kemiaan liittyviä mainintoja oli enemmän, 59 kappaletta, verrattuna lähteeseen A, jossa niitä oli 41. Pelkästään ruokaan liittyviä mainintoja olisi löytynyt vielä enemmän, mutta oli perusteltua rajata tarkastelu pelkästään mainintoihin, joissa esiintyi sekä kemia että ruoanlaitto. Toisaalta rajanveto siihen, mikä on ruoanlaiton kemiaa ja mikä ei, ei aina ollut yksiselitteistä.

Taulukko 1: Ruoanlaiton kemiaan liittyvät maininnat

Lähde	Leipä- teksti	Kuva- teksti	Lisätieto- ruutu	Labo- rato- riotyö	Harjoitus- tehtävä	Muu yhteys	Yhteensä
A	18	8	2	0	6	7	41
AT I	0	0	0	3	0	2	5
B	36	1	19	0	3	0	59
Yh- teensä	54	9	21	3	9	9	105
Suhteel- linen osuus	51 %	9 %	20 %	3 %	9 %	9 %	100 %

Ruoanvalmistuksen kemiaan liittyvä mainintoja löytyi suhteellisen tasaisesti eri yhteyksissä (Taulukko 2, s. 34). Prosentuaalisesti eniten, 19 % maininnoista, liittyi puhtaisiin aineisiin ja seoksiin. Toisella sijalla 13 %:n osuudella olivat sekä kemiallinen reaktio että hiilihydraatit ja proteiinit. Sinänsä tulos oli hieman ennakko-odotuksista poikkeava, koska ruoanlaiton kemiaan liittyviä mainintoja voisi olettaa olevan eniten juuri ruoka-aineiden kemiaa käsittelevissä kappaleissa. Tässä yhteydessä on kuitenkin huomioitava merkittävä ero oppikirjojen välillä. Lähteessä A ruoanlaiton kemiaan liittyviä mainintoja puhtaiden aineiden ja seosten kohdalla oli 16, mutta lähteessä B vain 1 maininta. Sen sijaan hiilihydraattien ja proteiinien kohdalla lähteessä A mainintoja oli vain 1, mutta lähteessä B peräti 13. Kolmanneksi eniten, 12 %, maininnoista oli karboksyylihappojen yhteydessä.

Taulukko 2: Ruoanvalmistuksen kemian esiintymisyhteys

Lähde	A	ATI	B	Yhteensä	Suhteellinen osuus
<i>Työturvallisuus</i>	3	1	0	4	4 %
<i>Aineen ominaisuudet</i>	3	0	0	3	3 %
<i>Yhdisteet</i>	5	1	6	12	11 %
<i>Puhdas aine ja seos</i>	16	3	1	20	19 %
<i>Kemiallinen reaktio</i>	7	0	7	14	13 %
<i>Alkoholit</i>	3	0	4	7	7 %
<i>Karboksyylihapot</i>	2	0	11	13	12 %
<i>Rasvat</i>	1	0	10	11	10 %
<i>Hiilihydraatit ja proteiinit</i>	1	0	13	14	13 %
<i>Erotusmenetelmät</i>	0	0	2	2	2 %
<i>Esterit</i>	0	0	5	5	5 %

Ruoanvalmistuksen kemiaan liittyvät maininnat on taulukossa 3 sivulla 35 luokiteltu Johnstonen (2000) tietotasojen mukaan. Suurin osa ruoanvalmistuksen kemiaan liittyvistä maininnoista, 54 %, oli makrotason mainintoja. Tämä oli täysin ennakko-odotusten mukainen tulos. Seuraavaksi eniten, 26 %:n osuudella, maininnoista luokiteltiin mikrotason maininnoiksi. Loput 19 % maininnoista kuuluivat symboliseen tasoon. Symbolisen maininnan kriteerit täyttävät esimerkiksi molekyylikaavan tai reaktioyhtälön esittäminen. Tässä suhteessa oppikirjojen välillä löytyi yksi selvä ero. Lähteessä B oli symbolisia mainintoja jopa 24, kun lähteessä A vain 1. Myös mikrotason mainintoja oli lähteessä B huomattavasti enemmän kuin lähteessä A: 26 mainintaa verrattuna 8 mainintaan.

Taulukko 3: Ruoanvalmistuksen kemiaan liittyvät maininnat Johstonen (2000) tietotasojen mukaisesti jaoteltuna

Lähde	A	ATI	B	Yhteensä	Suhteellinen osuus
<i>makro</i>	33	5	32	70	54 %
<i>mikro</i>	8	0	26	34	26 %
<i>symboli-</i> <i>nen</i>	1	0	24	25	19 %

4.3 Oppikirja-analyysin yhteenveto

Oppikirja-analyysin perusteella voidaan todeta, että ruoanvalmistuksen kemiaa käsitellään peruskoulun yläluokkien oppikirjoissa. Tosin tässä tutkimuksessa tarkasteltiin vain kahta mielivaltaisesti valittua oppikirjaa työkirjoineen, joten tuloksia ei voida yleistää. Lisäksi oppikirja-analyysi ei antanut vastauksia siihen, miten sipulin kemiaa käsitellään peruskoulun yläkoulun oppikirjoissa. Oppikirja-analyysi kertoi sipulin kemiasta vain sen, että sipulia ei oppikirjoissa yhtä mainintaa lukuun ottamatta mainittu. Toisaalta se antaisi viitteitä siitä, että sipulin kemiaa käsittelevälle verkkomateriaalille olisi tarvetta.

Oppikirja-analyysin tulokset olivat melko yhteneväiset Ahvenniemen (2009) tulosten kanssa, koska hänen analyysissään leipäteksti- ja kuvatekstimaininnat olivat myös kolmen eniten mainintoja saaneiden ryhmässä, tosin leipäteksti vasta sijalla kaksi. Ahvenniemen analyysissä eniten mainintoja oli kuitenkin harjoitustehtävissä. Myös Ahvenniemi havaitsi, että oppikirjojen välillä oli vaihtelua sen suhteen, miten ja missä laajuudessa ruoanlaiton kemiaa käsiteltiin.

5 Kehittämisprosessi ja -tuotos

Tässä luvussa käsitellään kehittämistuotosta eli verkkomateriaalia, joka tukee eheyttävää kemian opetusta sipulin kemian kontekstissa. Empiirisen ongelma-analyysi I:n perusteella on selkeä tarve sipulin kemiaa käsittelevälle opetusmateriaalille. Verkkomateriaali on saatavilla osoitteessa <http://sipulinkemiaa.wordpress.com/>.

5.1 Kemian opetussisältö

Kemian opetussisällön rajaaminen oli haastavaa, koska empiirinen ongelma-analyysi I ei antanut vastausta siihen, minkä tasoista kemiaa on tarpeen käsitellä. Tämä johtui yksinkertaisesti siitä, että sipuli-aiheisia mainintoja ei tarkasteltavista oppikirjoista löytynyt – yhtä pientä mainintaa lukuun ottamatta. Sipulin kemia on pääasiassa rikin kemiaa. Opetussuunnitelman keskeisissä sisältöalueissa ei rikkiä mainita, ainoastaan hiili. Toisaalta suljettuihin ja avoimiin tutkimuksiin voidaan valita aihepiirejä esimerkiksi oppilaiden mielenkiinnon kohteiden mukaan. Lisäksi tulee perehtyä yhteen orgaaniseen yhdisteryhmään (Opetushallitus, 2014, s. 395)

Opetussuunnitelman mukaan oppilaille täytyy opettaa perustutkimustaitoja, joita ovat esimerkiksi tutkimuksen toteuttaminen yhdessä muiden kanssa sekä tutkimuksen tulosten käsitteleminen, tulkitseminen ja esittäminen. (Opetushallitus, 2014, s. 394) Siksi sipulin kemiaa käsittelevälle verkkosivustolle luotiin muutamia kokeellisia töitä. Kokeellisista töistä tehtiin erilliset työohjeet sekä opettajille että oppilaille. Kokeelliset työt laadittiin teknisesti sopivan yksinkertaisiksi, jotta niiden toteutus onnistuisi mahdollisimman monessa koulussa.

5.2 Eheyttävän opetuksen tukeminen

Eheyttävällä opetuksella tarkoitetaan asiasisältöjen opettamista arkielämän kontekstissa (Opetushallitus, 2014). Sipuli on kaikille tuttu ruoka-aine. Siksi sipulin kemiaa käsittelevään verkkosivustoon haluttiin varsinaisen sipulin kemian lisäksi myös tietoa sen historiasta ja muista käyttötarkoituksista, lähinnä sipulin käytöstä kansanlääkinnässä.

Akselan ja Karjalaisen (2008) tutkimuksen mukaan alle viidesosa (13 %) kemian opettajista ilmoitti tehneensä yhteistyötä kotitalouden opettajien kanssa. Kemian ja kotitalouden opettajat voisivat tehdä paljon enemmän yhteistyötä, koska kemia liittyy olennaisesti ruoanlaittoon. Esimerkiksi tässä verkkomateriaalissa esitetyt työt olisi luontevinta suorittaa kotitalouden tunnilla.

5.3 Sipulin kemiaa käsittelevä verkko-opetusmateriaali

Yksi selkeä etu verkkomateriaalin käytöstä verrattuna painettuihin oppikirjoihin on se, että verkko-opetusmateriaali on suhteellisen helposti kenenkä tahansa laadittavissa. Toisaalta yleisellä tasolla tällainen materiaalin luomisen helppous asettaa haasteita lukijalle, joka joutuu enemmän pohtimaan esitettyjen tietojen oikeellisuutta. Internetissä on saatavilla runsaasti erilaisia alustoja, joilla verkkosivuston luominen onnistuu. Esimerkiksi blogisivuston alustaksi soveltuu WordPress.com tai Blogger.com – tässä siis mainittu suuresta joukosta vain pari.

Alustaksi valikoitui WordPress.com, jolla voi tehdä sekä kotisivuja että blogisivustoja. WordPress.com:ia voi käyttää ilmaiseksi, mutta tällöin valikoima on rajoitettu ja sivustoilla voi esiintyä mainoksia. Kuukausimaksun maksamalla, joka on pienimmillään muutaman euron kuukaudessa, pääsee eroon mainoksista, saa räätälöidyn verkkotunnuksen ja tukipalvelun. Palveluksi valittiin ilmainen blogisivusto, joka sopi tarkoitukseen riittävän hyvin. Kuva 6 sivulla 38 on esitetty kuvakaappaus verkkosivuston etusivusta.



Sipulin kemiaa

Ehdyttävää opetusta tukevaa verkkomateriaalia

JOHDANTO · SIPULIN KEMIAA · SIPULIN HISTORIAA · MATERIAALIT

Tervetuloa blogisivustolleni!

07.02.2017 · minsavol · Sivuhuomautus · Jätä kommentti

Tämä blogisivusto tarjoaa ehdyttävää opetusta tukevaa verkko-opetusmateriaalia sipulin kemian kontekstissa. Ehdyttävästä opetuksesta voit lukea lisää [täältä](#). Kohderyhmänä on peruskoulun yläluokkien oppilaat.

Blogisivusto on samalla osa pro gradu -tutkielmani. Pro gradu -tutkielmani on kehittämistutkimus sipulin kemia -aiheisesta verkkosivustosta ja sen soveltuvuudesta ehdyttävään opetukseen.

Oppimisen iloa!



Search

Haku ...

Text Widget

This is a text widget, which allows you to add text or HTML to your sidebar. You can use them to display text, links, images, HTML, or a combination of these. Edit them in the Widget section of the [Customizer](#).

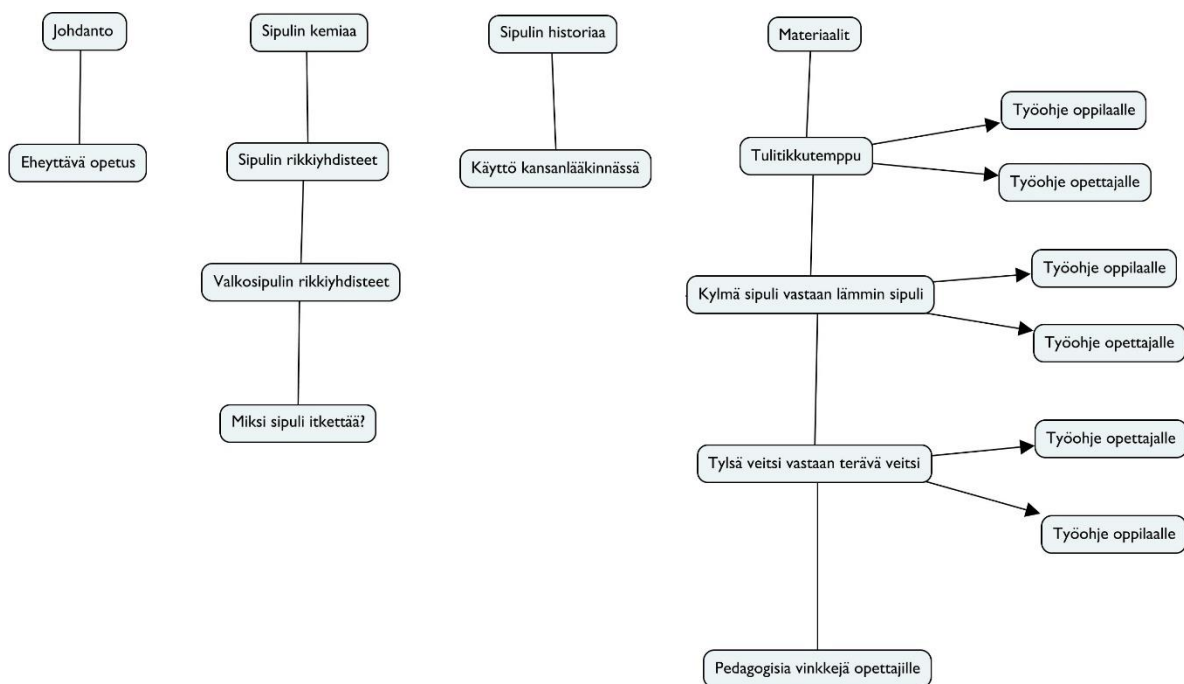


WORDPRESS.COM.

Kuva 6: Kuvakaappaus verkkosivustosta

5.3.1 Sivuston esittely

Verkkosivustosta haluttiin selkeä ja esteettisesti miellyttävä. Teemaksi valittiin Button. Sivusto jaettiin seuraaviin pääsivuihin: Johdanto, Sipulin kemiaa, Sipulin historiaa ja Materiaalit. Pääsivut jakaantuvat alasivuihin, ja jotkut alasivut vielä alasivun alasivuihin. Kuva 7 on esitetty verkkosivuston sivukartta.



Kuva 7: Verkkosivuston sivukartta

Johdanto-pääsivulla esitellään lyhyesti verkkosivuston tarkoitus. Siellä mainitaan, että verkkosivusto on osa pro gradu -tutkielmaa, joka on kehittämistutkimus eheyttävää kemian opetusta tukevasta verkkomateriaalista sipulin kemian kontekstissa. Kaksisyklisen kehittämistutkimuksen vaiheet esitellään lyhyesti. Lopuksi mainitaan tutkimuskysymys, johon e-lomakkeen avulla tehdyllä kyselytutkimuksella halutaan vastaus. Johdanto-pääsivun alasivu määrittelee eheyttävän opetuksen ja esittelee muutamia tutkimuksiin pohjautuvia syitä, miksi opetusta kannattaa eheyttää.

Sipulin kemiaa -pääsivu alkaa lyhyellä johdatuksella siitä, miksi sipulit ovat olleet kemistien kiinnostuksen kohteena jo pitkän aikaa. Ennen kuin tarkastellaan sipulin ja valkosipulin rikkiyhdisteitä, niin selvitetään, mitä tarkoitetaan uuttamisella ja vesitislauksella. Näiden peruskäsitteiden hallitseminen on tärkeää, jotta ymmärtäisi, miten jäljempänä kerrotut sipulin ja valkosipulin rikkiyhdisteet on eristetty.

Sipulin kemiaa -pääsivu jakautuu vielä kolmeen alasivuun (Kuva 7, s. 39). Sipulin rikkiyhdisteet -alasivulla tarkastellaan kahta yhdistettä, jotka saadaan sipuleista vesitislauksella ja puhutaan hieman lakrimatorisesta tekijästä. Uttamisen yhteydessä mainitaan myös CFC-yhdisteet eli niin kutsutut freonit. Valkosipulin rikkiyhdisteet -alasivulla tarkastellaan kolmea yhdistettä, jotka saadaan uutettua vesitislauksella kuten sipulin tapauksessa. Miksi sipuli itkettää? -alasivu antaa selityksen sille, miksi sipuli itkettää sitä pilkottaessa. Sekä sipulin että valkosipulin rikkiyhdisteiden kohdalla esitetään myös rakennekaavat.

Sipulin historiaa -pääsivulla kerrotaan lyhyesti sipulin historiasta eli sen oletetusta alkuperästä ja sen käytöstä muinaisessa Egyptissä. Käyttö kansanlääkinnässä -alasivulla tarkastellaan vielä, kuinka sipulia on käytetty kansanlääkinnässä tuhansien vuosien ajan. Esimerkkeinä mainitaan käyttö muinaisessa Egyptissä, Antiikin Kreikassa, Intiassa ja Kiinassa. Samassa yhteydessä mainitaan moderneista tutkimuksista, joilla on pystytty osoittamaan monia sipulin väitettyjä terveysvaikutuksia tosiksi.

5.3.2 Kokeelliset työt

Sivustoon liittyy kolme kokeellista työtä, jotka ovat Materiaalit-pääsivun alla. Jokaisesta työstä on laadittu työohje sekä oppilaalle että opettajalle. Materiaalit-pääsivulta löytyy myös Pedagogisia vinkkejä opettajille -alasivu. Kappaleissa 5.3.2.1–5.3.2.3 tarkastellaan jokaista työtä yksityiskohtaisemmin.

5.3.2.1 Tulitikkutemppu

Tulitikkutemppu-nimisessä kokeellisessa työssä selvitetään, pitääkö sellainen vanhan kansan viisaus paikkansa, että jos hampaiden välissä pitää tulitikkua sipulin pilkkomisen ajan, niin sillä voi estää tahattoman kyynelehtimisen. Ennen kuin tarkastellaan ilmiön kemiallista selitystä, tarkastellaan tulitikun koostumusta. Nykyiset tulitikut ovat pääsääntöisesti niin sanottuja turvatulitikkuja, joiden päässä ei käytetä fosforia ja jotka syttyvät vain silloin kun ne raapaistaan tulitikkurasian reunaan. Ennen 1900-lukua tulitikkujen päissä käytettiin valkoista fosforia, mutta se kiellettiin, koska se on myrkyllistä. Joissakin tulitikuissa saatetaan kuitenkin käyttää fosforiyhdisteitä, jolloin ne saadaan syttymään raapaistaessa niitä mitä pintaa vastaan hyvänsä. (Compound Interest, 2014)

Turvatulitikun pääasiallinen komponentti on kaliumkloraatti (KClO_3), jota on tulitikun päästä tyypillisesti 45–55 %. Sen lisäksi saatetaan käyttää antimoni(III)sulfidia (Sb_2S_3), joka saa aikaan voimakkaamman palamisreaktion. Lisäksi turvatulitikun päässä on ammoniumfosfaattia, joka estää tulitikun jälkihehkun, sekä liimaa ja parafiinia palamisen helpottamiseksi. Kaliumkloraatti on voimakas hapetin. Tulitikkurasian raapaisupinnassa on punaista fosforia. Kun tulitikkua raapaistaan raapaisupintaa vasten, kaliumkloraatti ja punainen fosfori yhdistyvät ja kitkan takia syntyy lämpöenergiaa, jonka seurauksena tulitikku syttyy tuleen. (Compound Interest, 2014)

Tulitikkutempua on yritetty selittää sillä, että tulitikun päissä oleva rikki jotenkin vetäisi puoleensa rikkipitoista lakrimatorista tekijää. Tämä väite on ainakin Blockin (2010) mukaan erheellinen. Turvatulitikuissa ei välttämättä ole rikkiä ainakaan pääkomponenttina (Compound Interest, 2014). Sen sijaan kaliumkloraatti on reaktiivinen yhdiste, joka voi räjähtää, jos se joutuu kosketuksiin helposti hapettuvien yhdisteiden, kuten orgaanisten yhdisteiden tai rikin, kanssa. Kuumennus lisää räjähdysriskiä. (Martindale, 2002, s. 1654) Koska lakrimatorinen tekijä (Kaavio 3, s. 14) on rikkiä sisältävä yhdiste ja joka voi myös hapettua, niin todennäköisesti kaliumkloraatti ja lakrimatorinen tekijä reagoivat keskenään. Tämä selittäisi sen, miksi tulitikkutempu voi vähentää kyynelehtimistä, koska tällöin ainakin osa lakrimatorisesta tekijästä sitoutuisi tulitikun päähän.

5.3.2.2 Kylmä sipuli vastaan lämmin sipuli

Tässä kokeellisessa työssä on tarkoitus selvittää, vaikuttaako sipulin lämpötila siihen, kuinka paljon sipuli itkettää sitä pilkottaessa. Yksi varsin järkevä tapa vähentää kyynelehtimistä on esimerkiksi sipulin laittaminen pakastimeen vähäksi aikaa ennen pilkkomista. Sipulin viilentäminen vähentää lakrimatorisen tekijän haihtumista sekä LF-syntaasin toimintaa, jolloin lakrimatorista tekijää muodostuu vähemmän (Block, 2010).

5.3.2.3 Tylsä veitsi vastaan terävä veitsi

Tämän työn tarkoituksena on selvittää, onko veitsen terävyydellä vaikutusta sipulin itkettävään vaikutukseen. Terävän veitsen käyttäminen on ruoanlaitossa aina viisasta; vaarallisin veitsi on tylsä veitsi. Niinpä sipuli kannattaa pilkkoa mahdollisimman terävällä veitsellä, koska tylsä veitsi vaurioittaa enemmän sipulin soluja, jolloin lakrimatorinen esiaste ja sitä pilkkovat entsyymit pääsevät paremmin kosketuksiin toistensa kanssa. Se johtaa siihen, että myös lakrimatorista tekijää muodostuu enemmän. Terävällä veitsellä pilkottaessa sipulin solut eivät vaurioidu yhtä pahasti. (Block, 2010)

5.3.3 Pedagogisia vinkkejä opettajille

Kaikkiin kokeellisiin töihin lisättiin muutamia pohdintakysymyksiä. Pohdintakysymyksillä haluttiin tuoda esille yleisiä kokeellisiin töihin liittyviä kysymyksiä. Yksi jokaiseen kokeelliseen työhön liittyvä pohdintakysymys on, kuinka pitkälle meneviä johtopäätöksiä näistä kokeista voidaan vetää. Kysymys on relevantti minkä tahansa tutkimuksen kohdalla. Näissä tutkimuksissa keskeinen seikka, joka estää pitkälle menevien johtopäätösten tekemisen, on hyvin pieni otoskoko. Toisaalta suuri otoskoko ei aina takaa luotettavia tuloksia, jos otos ei ole riittävä edustus perusjoukosta. Tällöin kyseessä on näyte.

Opetussuunnitelman mukaan oppilaita täytyy ohjata myös tieto- ja viestintäteknologian käyttöön tiedon ja tutkimustulosten hankkimisen, käsittelemisen ja esittämisen yhteydessä (Opetushallitus, 2014, s. 394). Oppilaiden tekemien tutkimusten tuloksia voisi esimerkiksi esittää taulukkolaskentaohjelman avulla. Oppilaiden tekemien tutkimusten tuloksia voisi jopa koota yhteen ja laskea niistä tunnuslukuja, kuten mediaanin tai moodin. Tulokset voisi esittää myös graafisesti. Taulukkolaskentaohjelmista on olemassa myös ilmaisia avoimeen lähdekoodiin perustuvia versioita.

6 Empiirinen ongelma-analyysi II

Empiirisessä ongelma-analyysi II:ssa tutkittiin sipulin kemialla käsittelevän verkkosivuston soveltuvuutta eheyttävään kemian opetukseen. Tutkimus suoritettiin kyselytutkimuksella, joka lähetettiin sekä kemian opettajille että kemian opettajaksi opiskeleville. Empiirinen ongelma-analyysi II on Akselan ja Pernaan (2013) ehdottaman kaksisyklisen kehittämistutkimuksen toisen syklin ensimmäinen vaihe. Sen avulla saadaan arvokasta tietoa sivuston soveltuvuudesta aiottuun käyttötarkoitukseensa sekä tietoa siitä, kuinka sivustoa voisi kehittää.

6.1 Kyselylomakkeen laatiminen

Kyselylomake (Liite 3, s. 16) laadittiin käyttämällä e-lomaketta. Kyselylomaketta laadittaessa tavoitteena oli luoda selkeä, johdonmukainen ja sopivan pituinen kysely. Kysymykset muotoiltiin mahdollisimman selkeästi ja yksiselitteisesti. Kysely on pitkälle strukturoitu: suurin osa kysymyksistä oli muotoiltu väitteiksi, joihin vastattiin 5- tai 6-portaisella VAS-asteikolla. Tärkeimpänä tavoitteena pidettiin sitä, että kysely olisi sopivan pituinen. Siksi verkkosivuston arvioinnissa oltiin kiinnostuneita kokonaisuuksista: kun esimerkiksi kysyttiin arviota jostakin tietystä sivusta, niin sillä tarkoitettiin yleensä myös alasivuja. Tällä tavoin kysymysten määrä saatiin pidettyä kohtuullisen pienenä, mutta silti riittävän informatiivisena.

Kyselylomake jaettiin neljään osioon:

- 1) Taustatiedot
- 2) Sivuston tekniset ominaisuudet
- 3) Verkkosivusto eheyttävän kemian opetuksen kannalta arvioituna
- 4) Avoimet kysymykset

Aluksi kysyttiin muutamia taustatietoja, kuten sukupuolta ja työkokemusta. Sen jälkeen kerättiin tietoa sivuston yleisistä ominaisuuksista. Näitä olivat esimerkiksi sivuston visuaalinen miellyttävyys, rakenne, materiaalin määrä ja kielelliset seikat. Väitteitä arvioitiin 5-portaisen Likertin asteikon avulla. Sitten vastaajia pyydettiin arvioimaan sivuston soveltuvuutta sekä eheyttävän opetuksen että kemian opetuksen kannalta. Kummassakin tapauksessa väitteet olivat samoja. Tässä yhteydessä käytettiin 6-portaista VAS-asteikkoa, jossa 0 tarkoitti sitä, ettei sivusto sovi ollenkaan kyseessä olevaan tarkoitukseen. Asteikot 1–5 kuvasivat soveltuvuutta arviointiasteikolla, jossa 1 = välttävä, 2 = tyydyttävä, 3 = hyvä, 4 = kiitettävä ja 5 = erinomainen.

Lopuksi esitettiin avoimia kysymyksiä, joissa kysyttiin verkkosivuston eduista ja puutteista eheyttävän opetuksen kannalta sekä sitä, mitä lisäarvoa sivusto voisi tuoda eheyttävään kemian opetukseen ja miten käyttäisit sivustoa opetuksessasi. Lopuksi annettiin mahdollisuus myös vapaisiin kommentteihin sekä verkkosivustosta että kyselylomakkeesta. Koska tämä kysely oli laadultaan kvalitatiivinen, niin avoimia kysymyksiä pidettiin siksi tärkeimpinä. Etenkin avoin kysymys verkkosivuston mahdollisista puutteista oli jatkokehityksen kannalta oleellista tietoa.

Kysely lähetettiin ensimmäisen kerran kemia-ope-tiedotus-sähköpostilistalle 9.3.2017. 10.3.2017 sama kysely lähetettiin myös Facebookin kautta Kemian opettajat -vertaisryhmälle. Näiden lisäksi kyselystä mainittiin suullisesti kolmelle kemian opettajaksi opiskelevalle ja yhdelle kemian opettajalle. Koska kyselyyn ei kuitenkaan viikon aikana tullut yhtään vastausta, lähetettiin muistutusviesti 16.3.2017 sekä kemia-ope-tiedotus-sähköpostilistalle että Facebookin Kemian opettajat -vertaisryhmälle. Muistutusviestiin lisättiin myös mahdollisuus osallistua kirja-arvontaan. Vastausaikaa oli 26.3.2017 asti.

6.2 Kyselyn tulokset

6.2.1 Taustatiedot

Vastauksia kyselyyn saatiin 12 kappaletta. Vastaajista naisia oli 75 %, miehiä 25 %. Valtaosa vastaajista, 67 %, työskenteli peruskoulussa. Lukiossa työskenteli 8 %, ja 17 % ilmoitti työskentelevänsä jossain muualla kuin peruskoulussa tai lukiossa. Opiskelijoita vastaajista oli 8 %. 18 %:lla vastaajista oli alle 1 vuoden työkokemus, 9 %:lla 1–5 vuoden työkokemus, 9 %:lla yli 5 vuoden työkokemus ja 64 %:lla yli 10 vuoden työkokemus. Suurimmalla osalla vastaajista oli siis takanaan runsaasti työkokemusta. Suurin osa vastaajista, 75 %, ei ollut kuitenkaan koskaan hyödyntänyt sipuli-aihetta opetuksessaan. 8 % ilmoitti hyödyntäneensä sitä kerran. Sama 8 %:n osuus vastaajista ilmoitti hyödyntäneensä sitä sekä yli 5 että yli 10 kertaa. Ne, jotka olivat sipuli-aihetta hyödyntäneet, olivat käyttäneet aihetta hyödyksi erotusmenetelmien ja uuttamisen yhteydessä, kananmunien värjäämisessä sipulin kuorilla sekä esimerkinomaisesti. Yksi vastaajista (Vastaaja 4) ilmoitti olevansa toimittaja, joka on kirjoittanut sipulista eri lähtökohdista. Kyseinen vastaa ilmaisi myös kiinnostuksensa kemiaan.

6.2.2 Sivuston tekniset ominaisuudet

Taulukossa 4 sivulla 45 on esitetty tulokset sivuston teknisistä ominaisuuksista. Kysymys oli ”Mitä mieltä olet seuraavista väitteistä?”, ja väitteitä pyydettiin arvioimaan 5-portaisella Likertin asteikolla, jossa 1 = täysin eri mieltä, 2 = osittain eri mieltä, 3 = en samaa enkä eri mieltä, 4 = osittain samaa mieltä ja 5 = täysin samaa mieltä. Koska VAS-asteikot (esimerkiksi Likertin asteikko) ovat ordinaali- eli järjestysasteikkoja, käytetään tunnuslukuina mediaania, moodia sekä pienintä ja suurinta arvoa.

Taulukko 4: Sivuston tekniset ominaisuudet

	mediaani	moodi	pienin arvo	suurin arvo
<i>Sivusto on visuaalisesti miellyttävä</i>	5	5	4	5
<i>Sivuston rakenne on selkeä</i>	5	5	4	5
<i>Materiaalia on riittävästi</i>	2	2	2	4
<i>Materiaali on sopivan tasoista yläkoululaiselle</i>	4	2	1	5
<i>Teksti on kieliasultaan sujuvaa</i>	4	4	3	5
<i>Teksti on kieliasultaan ymmärrettävää</i>	5	5	2	5
<i>Sivustolla on helppo siirtyä osiosta toiseen</i>	5	5	3	5

Vastaajista kaikki olivat joko osittain tai täysin samaa mieltä siitä, että sivusto on visuaalisesti miellyttävä ja rakenteeltaan selkeä. Sen sijaan enemmistö oli sitä mieltä, että materiaalia ei ollut riittävästi (moodi = 2), mutta toisaalta vaihteluväli oli 2–4. Materiaalin sopivuudesta yläkoululaiselle oltiin montaa mieltä (vaihteluväli 1–5), mutta suurin osa oli sitä mieltä, että se ei täysin sovellu yläkoululaiselle (moodi = 2). Toisaalta mediaani oli 4. Teksti oli vastaajien mielestä varsin sujuvaa (moodi = 4) ja ymmärrettävää (moodi = 5). Ymmärrettävyyden kohdalla esiintyi tosin aika paljon hajontaa (vaihteluväli 2–5). Vastaajien mielestä sivustolla oli helppoa siirtyä osiosta toiseen (moodi = 5). Osion päätteeksi oli mahdollista antaa teknisiä parannusehdotuksia, mutta niitä ei annettu ollenkaan.

6.2.3 Verkkosivusto eheyttävän kemian opetuksen kannalta arvioituna

Taulukossa 5 on esitetty tulokset kysymykseen ”Kuinka hyvin verkkomateriaali tukee eheyttävää kemian opetusta?”. Asteikkona käytettiin 6-portaista VAS-asteikkoa, jossa 0 = ei ollenkaan, 1 = välttävästi, 2 = tyydyttävästi, 3 = hyvin, 4 = kiitettävästi ja 5 = erinomaisesti.

Taulukko 5: Verkkomateriaali eheyttävästä näkökulmasta arvioituna

	mediaani	moodi	pienin arvo	suurin arvo
<i>Sivusto kokonaisuudessaan</i>	3	3	1	5
<i>Johdanto-sivu sekä alasivu</i>	3	3	2	5
<i>Sipulin kemiaa -sivu</i>	3	3	1	5
<i>Sipulin rikkiyhdisteet -sivu</i>	3	3	1	4
<i>Valkosipulin rikkiyhdisteet -sivu</i>	3	3	1	4
<i>Miksi sipuli itkettää? -sivu</i>	3	3	1	5
<i>Sipulin historiaa -sivu sekä alasivu</i>	3	3	0	5
<i>Materiaalit -sivu</i>	3	3	1	5
<i>Tulitikkutemppu-sivu</i>	3	3	1	5
<i>Kylmä sipuli vastaan lämmin sipuli -sivu</i>	3	3	1	5
<i>Tylsä veitsi vastaan terävä veitsi -sivu</i>	3	3	1	5
<i>Pedagogisia vinkkejä opettajille</i>	3	3	1	5

Kaikkien väitteiden kohdalla sekä moodi että mediaani olivat 3, joten kaikkien vastaajien mielestä verkkomateriaali sopi hyvin eheyttävään kemian opetukseen kaikkien väitteiden osalta. Toisaalta kaikkien väitteiden kohdalla oli huomattavaa hajontaa. Yksi vastaajista (Vastaaja 4) oli sitä mieltä, että Sipulin historiaa -sivu sekä alasivu eivät sopineet ollenkaan eheyttävään kemian opetukseen.

Taulukossa 6 on esitetty tulokset kysymykseen ”Kuinka hyvin verkkomateriaali tukee kemian opetusta?”. Väitteet ovat samat kuin taulukossa 5, ja vastauksissa käytettiin samaa 6-portaista VAS-asteikkoa.

Taulukko 6: Verkkomateriaali kemian opetuksen näkökulmasta arvioituna

	mediaani	moodi	pienin arvo	suurin arvo
<i>Sivusto kokonaisuudessaan</i>	3	2	2	4
<i>Johdanto-sivu sekä alasivu</i>	3	3	2	4
<i>Sipulin kemiaa -sivu</i>	3	3	1	4
<i>Sipulin rikkiyhdisteet -sivu</i>	3	3	1	5
<i>Valkosipulin rikkiyhdisteet -sivu</i>	3	3	1	5
<i>Miksi sipuli itketään? -sivu</i>	3	3	1	5
<i>Sipulin historiaa -sivu sekä alasivu</i>	2,5	3	0	3
<i>Materiaalit -sivu</i>	3	3	2	5
<i>Tulitikkutemppu-sivu</i>	3	3	1	5
<i>Kylmä sipuli vastaan lämmin sipuli -sivu</i>	3	3	1	5
<i>Tylsä veitsi vastaan terävä veitsi -sivu</i>	3	3	1	5
<i>Pedagogisia vinkkejä opettajille</i>	3	3	1	5

Lähes kaikkien vastaajien mielestä verkkosivusto sopi hyvin myös kemian opetukseen, mutta toisaalta myös hajonta oli huomattavaa. Yksi vastaajista (Vastaaja 4) oli sitä mieltä, että Sipulin historiaa -sivu sekä alasivu eivät sovellu kemian opetukseen ollenkaan.

6.2.4 Avoimet kysymykset

Alla esitetään vastaajien vapaita kommentteja siitä, mitkä ovat verkkosivuston edut eheyttävän opetuksen kannalta.

”Sivustoa voi käyttää kemian, kotitalouden sekä biologian opetuksen yhteydessä.” (Vastaaja 1)

”Aihe on mielenkiintoinen. Sivusto on selkeä ja loogisesti järjestelty. Mielenkiintoa aiheeseen herätellään historiataustalla ja mielenkiintoisilla yksityiskohdilla aiheeseen liittyen. Sivustolta löytyy selkeitä ja motivoivia työohjeita. Työohjeisiin liitetyt pohdintakysymykset syventävät kokeellisia töitä hienolla tavalla.” (Vastaaja 2)

”Materiaalit-sivut antavat oppilaalle mahdollisuuden itse kokeilla ja testata, mikä saattaa herättää kiinnostuksen myös tietoon.” (Vastaaja 4)

”Sopii paremmin alakouluun kuin yläkouluun.” (Vastaaja 5)

”Selkeä, helppo löytää etsimänsä asia.” (Vastaaja 11)

Vastaajien vapaat kommentit verkkosivuston puutteista eheyttävän opetuksen kannalta on esitetty alla.

”Jotkut opettajat saattaisivat ehkä kaivata enemmän vinkkejä siihen, kuinka aihepiiriä voisi käsitellä luokkahuonetilanteessa.” (Vastaaja 2)

”Liian vaikeaa kouluasteelle. Liikaa termejä, joihin nuori ei ole aiemmin törmännyt ja tuskin törmää elämässään myöhemmin.” (Vastaaja 4)

”Materiaali liian suppeaa.” (Vastaaja 5)

”Sipulin kemia -sivut aivan liian vaikeita yläkoululaisille, esim. rakennekaavojen ionit ja myös itse tekstiosat.” (Vastaaja 7)

”Materiaalia on kovin vähän. Rikkiyhdisteitä esitettäessä asia on aika raskasta ja käytetyt termit peruskoululaista ajatellen liian korkealentoisia.” (Vastaaja 11)

”Rakennekaavat hieman monimutkaisia vielä yläkoululaisille.”
(Vastaaja 12)

Alla on esitetty vastaajien vapaat kommentit siihen, mitä lisäarvoa verkkosivusto voisi tuoda eheyttävään kemian opetukseen.

”Verkkosivusto voisi toimia tietopakettina sipulin kemiaan liittyen, josta aihetta käsittelevä tieto olisi löydettävissä selkeästi jäsennettynä. Lisäksi sivustolta löytyisi mielenkiintoisia näkökulmia aiheen linkittymisestä arkielämään sekä motivoivia kokeellisia töitä.”
(Vastaaja 2)

”Paljonkin, koska ajatus on periaatteessa hyvä ja toteutuskin toimii pienellä hienosäädöllä. Opettajalle tästä on varmasti vinkkejä, ja voisi toimia myös itsenäisessä opiskelussa.” (Vastaaja 4)

”Ihan kiva välipala, mutta opetukseen ei riittävästi.” (Vastaaja 5)

”En osaa sanoa.” (Vastaaja 11)

”Yhteys arkielämään on selvä.” (Vastaaja 12)

Vastaajien vapaista kommenteista saatiin hieman tietoa siitä, kuinka vastaajat hyödyntäisivät sivustoa eheyttävässä kemian opetuksessa:

”Integroimalla kotitalouden aihetta kemian opetukseen.”
(Vastaaja 1)

”Käyttäisin sivustoa kokeellisen työskentelyn tukena ja tietopakettina, joka avaisi uusia näkökulmia oppituntien suunnitteluun.”
(Vastaaja 2)

”Teettäisin oppilailla tehtäviä. Näyttäisin sipulin itkettävän aineosan kaavan. Kertoisin, aiheuttaako rikki vaaraa/hajua muissa yhteyksissä.” (Vastaaja 4)

”En juuri mihinkään.” (Vastaaja 5)

”Välipalana toisinaan.” (Vastaaaja 7)

*”Osittain Sipulin kemiaa -sivua ja Sipulin historiaa -sivua tietoläh-
teenä oppilaille, jos tehtäisiin sipulilla paritöitä.”* (Vastaaaja 10)

*”Jos olisi enemmän aikaa, noita kokeellisia töitä voisi kokeilla. Yh-
teistyötä kotitalouden kanssa voisi viritellä.”* (Vastaaaja 11)

*”Voisin kokeilla valinnaiskurssilla, jos esimerkiksi pääsemme koti-
talousluokkaan tekemään molekyyligastronomiaa.”* (Vastaaaja 12)

Lopussa annettiin vielä muutamia vapaita kommentteja verkkosivustosta:

*”Selkeä sivusto ja fontti, kivat värit ja kuvat. Mielenkiintoinen aihe
ja sitoutuu vahvasti jokapäiväiseen elämään.”* (Vastaaaja 1)

*”Hyvä ajatus. Sipulin kemiaa -osio taitaa kertoa sen, miksi en itse
aikanaan koulussa saanut paljoakaan kemiasta irti. Ja koeosio ker-
too, miksi lapsenlapseni ovat kemian kerhosta innoissaan.”*
(Vastaaaja 4)

*”Töihin menisi liikaa sipuleita. Heterogeenisessä oppilasporukassa
noin monen sipulin silppuaminen ja havaintojen tekeminen hanka-
laa.”* (Vastaaaja 10)

”Suhteellisen lyhyttä tekstiä, toisaalta hyvä, niin ei tule ”ähkyä”.”
(Vastaaaja 12)

Kyselylomaketta kommentoitiin seuraavasti:

”Hyvin tehty kysely.” (Vastaaaja 4)

”Oikein hyvin toteutettu kysely. Selkeä ja sopivan mittainen.”
(Vastaaaja 11)

6.2.5 Yhteenveto

Kyselytutkimukseen vastasi 12 henkilöä, mikä on varsin pieni tiedonantajien joukko. Toi-
saalta tutkimusasetelma oli kvalitatiivinen eikä tarkoituksena ollut yrittää tehdä yleistyksiä.
Tässä tutkimuksessa avoimet kysymykset antoivatkin eniten tietoa. Esimerkiksi tiedot sivus-
ton puutteista on jatkokehityksen kannalta arvokkainta tietoa. Lisäksi on huomattava, että
koska kysely lähetettiin sähköpostitse yhden sähköpostilistan ja yhden Facebook-ryhmän

kautta sekä suullisesti neljälle henkilölle, niin kyseessä on näyte. Näyte on mielivaltainen otos perusjoukosta, joten se ei oikeuta tekemään yleistyksiä. Edes suurempi tiedonantajien joukko ei olisi silti tässä tapauksessa oikeuttanut yleistyksiin.

Suurin osa vastaajista (67 %) työskenteli peruskoulussa, jolle myös verkkosivusto oli suunnattu. Lisäksi suurimmalla osalla (64 %) oli yli 10 vuoden työkokemus. Ennakko-odosten mukaisesti suurin osa (75 %) ei ollut hyödyntänyt sipuli-aihetta opetuksessaan. Sivustoon oltiin selkeästi tyytyväisiä teknisessä mielessä. Sivustoa pidettiin visuaalisesti miellyttävänä ja rakenteeltaan selkeänä. Kieliasua pidettiin sujuvana ja ymmärrettävänä. Materiaalia ei suurimman osan mielestä ollut riittävästi, mutta toisaalta materiaalia pidettiin ainakin osittain yläkoululaisille liian vaikeana.

Yleinen mielipide oli, että sivusto tukee hyvin eheyttävää opetusta. Ainoastaan yksi vastaajista oli sitä mieltä, että Sipulin historiaa -sivu alasivuineen ei soveltunut ollenkaan eheyttävään opetukseen. Vastaus on selkeä poikkeus yleiseen mielipiteeseen, joten olisi ollut kiinnostavaa tietää, miksi vastaaja ajatteli näin. Vastausta ei ollut kuitenkaan perusteltu, vaikka siihen olisi ollut mahdollisuus avointen kysymysten kohdalla. Sivuston arvioitiin soveltuvan hyvin myös kemian opetukseen. Sama vastaaja, joka oli ollut sitä mieltä, ettei Sipulin historiaa -sivu alasivuineen sovellu ollenkaan eheyttävään kemian opetukseen, oli myös sitä mieltä, ettei kyseinen kohta tue kemian opetusta.

Muun muassa verkkosivuston puutteita oli mahdollista kommentoida kyselyn loppupuolella. Yksi vastaajista oli sitä mieltä, että pedagogisia vinkkejä olisi voinut olla enemmän. Kahden vastaajan mukaan verkkosivustolla käytetyt termit olivat liian vaikeita yläkoululaiselle. Yhden vastaajan mukaan myös rakennekaavat olivat liian monimutkaisia. Rakennekaavat oli esitetty viivakaavojen muodossa, ja joissakin rakennekaavoissa oli esitetty molekyylin sisäinen varausjakauma. Kaksi vastaajista kommentoi vielä sitä, että materiaalia oli liian vähän.

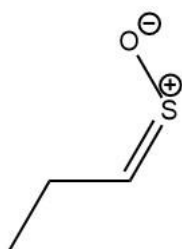
Sivuston jatkokehityksessä olisi aiheellista pohtia, voisiko vaikeaselkoiset termit korvata helppotajuisemmilla termeillä. Esimerkiksi *lakrimatorinen tekijä* voisi olla ”ainesosa, joka stimuloi kyynelten erityystä”. Tässä tapauksessa tosin yksi vaikeaselkoinen termi on korvattu toisella, koska ei voida olla täysin varmoja, että kaikki yläkoululaiset ymmärtäisivät, mitä *stimuloi* tarkoittaa. Ehkä ”aineosa, joka aiheuttaa kyynelehtimistä” voisi olla varmin esitysmuoto, jonka todennäköisesti kaikki ymmärtää. Englanninkielisten termien kääntäminen sujuvalle suomen kielelle on usein haastavaa silloin kun vakiintunutta käännöstä ei ole olemassa.

Toinen empiirisen ongelma-analyysi II:n esiin nostamista puutteista oli materiaalin riittävyys. Yleisesti oltiin sitä mieltä, että materiaalia ei ollut sivustolla riittävästi. Myös kaksi vastaajaa oli esittänyt tämän huomion avointen kysymysten kohdalla, mutta kommenttien yhteydessä ei ollut mainittu, minkälaista materiaalia sivustolle tarvittaisiin enemmän. Jälkikäteen ajatellen kyselylomakkeeseen olisi ollut hyvä lisätä lisäkenttä, johon ainakin kysymystä materiaalin riittävydestä olisi voinut täsmentää. Toisaalta vastaajat eivät olleet yksimielisiä siitä, onko materiaali sopivaa yläkoululaiselle. Ainakin termejä pidettiin liian korkealentoisina.

Materiaaleihin voisi periaatteessa lisätä esimerkiksi lisää tietoa sipulin terveysvaikutuksista. Nykyään puhutaan paljon terveydestä, joten se voisi tuoda myös tähän yhteyteen ajan hengen mukaisen näkökulman. Jonkin verran sivustolla puhuttiin sipulin käytöstä kansanlääkinnässä, mutta tätä terveysnäkökulmaa voisi laajentaa enemmän nykypäivään. Rakennekaavoja voisi keventää myös niin, että ne esitettäisiin Lewis-kaavoina. Viivakaava voi olla vaikea ymmärtää, jos niitä ei ole ennen käyttänyt, koska vetyjä ei merkitä näkyviin. Niissä molekyyleissä, joissa on sisäistä varausjakaumaa, voisi vielä painottaa, että kokonaisuutena ajatellen molekyyli on kuitenkin varaukseton.

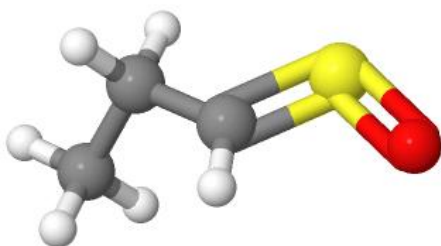
6.3 Sivuston jatkokehitys

Empiirisen ongelma-analyysi II:n perusteella sivustolla olevat viivakaavat päätettiin vaihtaa pallotikkumalleiksi. Pallotikkumallit luotiin Edumolin avulla (<http://edumol.fi/>). Kyselytutkimuksen perusteella rakennekaavat koettiin liian haastaviksi yläkoululaisille esimerkiksi siitä syystä, että joissakin rakennekaavoissa, kuten lakrimatorisen tekijän kohdalla, oli merkitty molekyylin sisäinen varausjakauma. Viivakaavat voivat olla haastavia myös siitä syystä, koska vetyjä ei yleensä merkitä näkyviin. Sen sijaan pallotikkumallissa on kaikki atomit näkyvissä. Varausjakaumaa ei myöskään laitettu näkyviin, jotta pallotikkumalli säilyisi mahdollisimman yksinkertaisena. Kolmiulotteisesta rakenteesta nähdään myös se, miten atomit ovat asettuneet toisiinsa avaruudellisesti. Kuva 8 (s. 53) on esitetty, kuinka lakrimatorinen tekijä oli alun perin esitetty, ja Kuva 9 (s. 53) korvaava pallotikkumalli.



lakrimatorinen tekijä

Kuva 8



Kuva 9: Pallotikkumalli lakrimatorisesta tekijästä

Verkkosivustolle lisättiin myös tieto siitä, kuinka pallotikkumalleja tulkitaan. Valkoisten pallojen kerrottiin olevan vetyä, harmaiden hiiltä, punaisten happea, keltaisten rikkiä ja sinisten typpeä. Lisäksi kerrottiin, että pallojen välissä olevien ”tikkujen” lukumäärä kertoo sen, millaisesta sidoksesta on kyse. Yksi ”tikku” tarkoittaa yksinkertaista sidosta ja kaksi ”tikkuja” kaksinkertaista sidosta. Pallotikkumallista nähdään siis suoraan, että esimerkiksi lakrimatorinen tekijä koostuu vedystä, hiilestä, rikistä ja hapesta. Sen lisäksi nähdään vielä, kuinka atomit ovat sitoutuneet toisiinsa. Viivakaava ei ole harjaantumattomalle yhtä informatiivinen. Lewis-kaava ei olisi myöskään ollut kolmiulotteisen mallin veroinen.

Sivusto päätettiin muilta osin jättää entisenlaiseksi. Empiirisen ongelma-analyysi II:n jälkeen pohdittiin, kannattaisiko materiaalia laajentaa esimerkiksi sipulien terveydellisiin vaikutuksiin. Sivuston jatkokehityksessä päädyttiin kuitenkin siihen, ettei tällaista materiaalia enää lisätä, koska se ei olisi kemian opetuksen kannalta tuonut lisäarvoa. Koska osa vastaajista piti sivustoa liian vaikeana yläkoululaisille, ei materiaalin lisäämistä pidetty tästäkään syystä perusteltuna. Suurimman lisäarvon sivustolle antoivat kolmiulotteiset molekyyllimallit.

7 Johtopäätökset ja pohdinta

7.1 Tutkimuksen tavoitteet

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, onko sipuli-aiheiselle verkkosivustolle tarvetta eheyttävän kemian opetuksen näkökulmasta. Opetuksen eheyttäminen on tullut ajankoh-
taiseksi perusopetuksen uuden opetussuunnitelman myötä. Uusi opetussuunnitelma velvoit-
taa opetuksen järjestäjän huolehtimaan siitä, että lukuvuodessa on vähintään yksi monialai-
nen oppimiskokonaisuus. (Opetushallitus, 2014) Edellinen opetussuunnitelma ei vielä vel-
voittanut eheyttävään opetukseen (Opetushallitus, 2004).

Koska ruoanlaittoon liittyy paljon kemiaa, niin sipuli-aihe koettiin mielekkääksi kontekstiksi eheyttävään kemian opetukseen. Sipulia käytetään paljon ruoanlaitossa, ja sipuliin liittyy paljon kemiaa (Block, 1985) Kemian opettajat voisivat käsitellä sipulin kemiaa yhteistyössä kotitalouden opettajien kanssa. Akselan ja Karjalaisen (2008) tutkimuksen mukaan vain alle viidesosa kemian opettajista ilmoitti tehneensä yhteistyötä kotitalouden opettajien kanssa. Mielekkäät ruoanlaiton kontekstit voisivat auttaa lisäämään kemian ja kotitalouden opetta-
jien yhteistyötä.

Tutkimus toteutettiin kehittämistutkimuksena, jossa noudatettiin Akselan ja Pernaan (2013) ehdottamaa kaksisyklistä mallia. Ensimmäiseen sykliin kuului teoreettinen ongelma-ana-
lyysi, empiirinen ongelma-analyysi I ja kehitystuotos I. Ensin siis selvitettiin kirjallisuus-
desta, mitä aiheesta tiedettiin entuudestaan. Sitten tehtiin tarveanalyysi kahden yläkoulun
oppikirjasarjan pohjalta, ja lopuksi luotiin sipulin kemiaa käsittelevän verkkosivuston en-
simmäinen versio.

Toinen kehittämissykli koostui empiirisestä ongelma-analyysi II:sta, kehittämistuotos II:sta ja raportoinnista (Aksela & Perna, 2013). Empiirinen ongelma-analyysi II toteutettiin ky-
selytutkimuksena, joka lähetettiin kemian opettajille ja opettajiksi opiskeleville. Saatujen tu-
lostien pohjalta sivustoon tehtiin parannuksia. Kehittämistutkimuksen viimeinen vaihe on ra-
portointi.

7.2 Vastaukset tutkimuskysymyksiin

Tarveanalyysin perusteella sipulin kemiaa käsittelevälle verkkomateriaalille oli tarvetta eheyttävän opetuksen näkökulmasta. Tutkituissa kahdessa yläkoulun kemian oppikirjasarjassa ei sipulin kemiaa käsitelty ollenkaan – vain yksi sivumaininta löytyi toisesta oppikirjasarjasta. Kehittämistutkimuksen kannalta tämä oli hyvä asia, koska tämä kehittämistutkimus perustui aitoon tarpeeseen. Alun perin oli tarkoitus etsiä vain sipuli-aiheisia mainintoja, mutta koska niitä ei alustavassa tarkastelussa löytynyt, niin tarkastelua laajennettiin siten, että tarkasteltiin ruoanlaiton kemiaan liittyviä mainintoja. Ruokaan ja ruoanlaittoon liittyviä mainintoja löytyi runsaasti, mikä vahvisti käsitystä siitä, että ruokakonteksti on mielekäs eheyttävän opetuksen näkökulmasta.

Eheyttävää kemian opetusta tukeva verkkomateriaali on sellainen, jossa on riittävästi sopivan tasoista ja mielekästä materiaalia yläkoululaisille. Sipulin yhteys arkielämään tulee olla selvä. Koska sipulin kemia on hyvin laaja käsite, on tärkeää, että kemian tarkastelu rajataan sopivaan arkielämän kontekstiin. Koska on yleisesti tunnettu tosiasia, että sipulin pilkkominen aiheuttaa tahatonta kyynelehtimistä, niin erityisesti tätä arkielämän kontekstia painotettiin. Siksi kokeellisiin töihin valittiin töitä, joilla tätä ilmiötä voidaan tarkemmin tutkia ja löytää mahdollisesti ratkaisuja siihen. Sopivalla kontekstilla on tutkimusten mukaan asenteita parantavaa vaikutusta (Bennett et al., 2007).

Kappaleessa 3.2.6 käsiteltiin sitä, miksi sipuli itkettää sitä pilkottaessa. Imai työryhmä (2002) oli havainnut, että sipulin itkettävä vaikutus voitaisiin periaatteessa poistaa estämällä LF-syntaasin toiminta, jolloin lakrimatorista tekijää ei muodostuisi ollenkaan. Sikäli ajatus sipulista, joka ei itkettäisi, on houkutteleva, mutta millaisia terveysvaikutuksia tällaisilla sipuleilla mahtaisi olla? Olisiko lopputuloksena sipuli, joka ei itkettäisi, mutta aiheuttaisikin verenvuotoja? Tiosulfinaateilla on välillisesti vaikutusta muun muassa veren hyytymiseen (Imai et al., 2002). Tämän hypoteettisen esimerkin pohjalta voisi pohtia geenimanipulaatioon liittyviä ongelmia.

Sipuli-aiheisen verkkosivuston koettiin soveltuvan yleisesti ottaen hyvin eheyttävään kemian opetukseen. Materiaalia olisi voinut vastaajien mielestä olla enemmän, mutta toisaalta sipuli-aihetta pidettiin ainakin osittain liian vaikeana yläkoululaisille. Vastauksista ei saatu tietoa siitä, minkälaista tai minkä tasoista lisämateriaalia olisi haluttu lisää. Verkkosivustoa pidettiin kuitenkin visuaalisesti miellyttävänä ja rakenteeltaan selkeänä. Myös kieliasuun oli tyytyväisiä.

Vaikka teknologia on selvästi tullut jäädäkseen, niin käytetäänkö teknologiaa liiaksi sen itsensä vuoksi? Jos esimerkiksi oppija lukee painetun oppikirjan sijasta samansisältöistä sähköistä oppikirjaa tablettitietokoneelta, niin voidaanko silloin puhua aidosta teknologian hyödyntämisestä? Tosin ehkä joku voi kokea sen helpommaksi tavaksi ja onnistua saamaan siitä lisäarvoa. Toisaalta teknologian hyödyntämisenä voidaan nähdä esimerkiksi se, että opettaja kirjoittaa itse oppikirjansa, ja helpoiten se varmasti onnistuu sähköisesti.

Yksi hyvä esimerkki, johon verkko-opetusympäristö soveltuu hyvin, on ohjelmointikielten opiskelu. Miller kumppaneineen (n.d.) on laatinut toimivan verkko-opetussivuston Python-ohjelmointikielestä nimeltä *How to Think Like a Computer Scientist: Interactive Edition*. Verkkomateriaali on saatavilla osoitteessa: <http://interactivepython.org/courselib/static/thinkcspy/index.html>. Tekijät ovat onnistuneet hienosti siinä, että alun perin painetusta kirjasta on saatu toteutettua hyvin toimiva sähköinen versio, jossa lukijalle kerrotaan ensin hieman teoriaa, mutta lukija pääsee nopeasti kokeilemaan myös itse lähdekoodin kirjoittamista.

7.3 Reflektointi

Tässä työssä käsiteltiin paljon sekä eheyttävään että kontekstuaaliseen opetukseen liittyvää teoriaa. Teoriaosiossa tarkasteltiin erityisesti näiden opetusmetodien vaikutuksia oppimistuloksiin. Tutkimuksista saatujen tulosten perusteella eheyttävä tai kontekstuaalinen opetusmetodi ei välttämättä paranna oppimistuloksia, mutta parantaa asenteita luonnontieteitä kohtaan (esim. Bennett et al., 2007). Oppimisen mittaaminen ei kuitenkaan ole suoraviivaista, koska esimerkiksi menestyminen koetilanteessa ei välttämättä kerro oppijan todellisesta osaamisesta. Voi olla, että esimerkiksi monivalintakokeissa oppija voi pelkästään arvaamalla saada tehtäviä oikein. Toisaalta asian osaava voi vahingossa vastata väärin.

Lisäksi opetuksen tutkimukset vaihtelevat paljon sekä tutkimusmenetelmien että laadun suhteen. Tutkimusartikkeleita lukiessa tulisikin lukea ensiksi menetelmäosio ja selvittää itselleen, mitä tutkimuksessa tarkalleen ottaen on tutkittu ja miten tulokset on analysoitu. Nimitäin jo pelkästään väärän tilastollisen testin käyttö voi mitätöidä tulosten mielekkyyden. Kehittämistutkimus on niin ikään laaja käsite, koska kehittämistutkimuksissa sekä tutkimusasetelmat että -menetelmät voivat vaihdella paljon tutkimuksesta toiseen (Barab & Squire, 2004). Kehittämistutkimusten tapauksessa käytännössä toimivaa lopputulosta voidaan pitää tärkeämpänä kuin sitä, miten kyseiseen lopputulokseen on päädytty.

Empiirisessä ongelma-analyysi II:ssa suurempi tiedonantajien joukko olisi ollut toivottavaa. 12 vastausta on varsin vähän, mutta toisaalta tarkoituksena ei ollut vetää yleistettäviä johtopäätöksiä. Tutkimusasetelma oli siksi enemmän kvalitatiivinen kuin kvantitatiivinen. Kyselytutkimuksessa toivottiin erityisesti vastauksia avoimiin kysymyksiin. Erityisenä mielenkiinnon kohteena oli kysymys verkkosivuston puutteista. Selviä puutteita olivat materiaalin vähäinen määrä sekä liian vaikeat termit ja rakennekaavat. Tiedonantajat eivät kuitenkaan täsmentäneet, millaista lisämateriaalia sivustoille olisi perusteltua lisätä tai että mikä olisi sopivan tasoista kemiaa kohderyhmälle.

Kyselylomakkeeseen olisi kannattanut laittaa lisätietokenttä, johon vastauksia olisi voinut täsmentää etenkin sen kysymyksen kohdalla, jossa tiedusteltiin materiaalin riittävyttä. Samoin kysymys, jossa tiedusteltiin materiaalin soveltuvuutta kohderyhmälle, olisi kannattanut laittaa lisätietokenttä, johon olisi voinut täsmentää vastaustaan. Kyselytutkimuksesta ilmeni siis puutteita verkkosivustolla, mutta siihen, miten puutteet tulisi ratkaista, ei kuitenkaan saatu vastauksia. Ehkä paremmin strukturoitu kyselylomake olisi voinut ratkaista tämän ongelman.

Koska vastauksia kyselyyn tuli huomattavasti vähemmän mitä toivottiin, niin ehkä haastattelututkimus olisi voinut vastata paremmin tämän kehittämistutkimuksen tarpeita. Haastattelun avulla olisi voinut olla mahdollista saada kvalitatiivisen tutkimusasetelman kannalta enemmän relevanttia tietoa, koska haastattelussa olisi ollut mahdollisuus tarkentaviin kysymyksiin. Jos tämän työn pohjalta tehtäisiin jatkotutkimuksia, niin ehkä tarkoituksenmukaisinta olisi haastatella tiedonantajia.

Sivuston jatkokehityksessä päädyttiin siihen, että kaikki viivakaavat korvattiin kolmiulotteisilla molekyyylimalleilla. Apuna käytettiin Edumol.fi-sovellusta, jonka avulla saatiin vaivattomasti aikaan korkealaatuisia molekyyylimalleja. Käytetyistä pallotikkumalleista nimittäin nähdään, mitä alkuaineita molekyylit sisältävät ja kuinka alkuaineatomit ovat sitoutuneet toisiinsa avaruudellisesti. Viivakaavat molekyylin sisäisine varausjakaumineen olivat liian vaikeita ymmärtää yläkoulun kemian tiedoilla.

7.4 Jatkotutkimuskohteet

Tämän kehittämistutkimuksen tulokset olivat suuntaa-antavia. Koska vastaajien joukko oli mielivaltaisesti poimittu, niin mitään yleistystä ei voida tutkimuksen tuloksista tehdä. Siitä huolimatta tässä tutkimuksessa saatiin arvokasta tietoa siitä, kuinka sopivassa kontekstissa laadittu verkkomateriaali voi tukea eheyttävää kemian opetusta. Koska eheyttäminen on uuden opetussuunnitelman takia ajankohtaista, niin kaikkien peruskoulun opettajien tulisi kiinnittää asiaan enemmän huomiota. Verkkoympäristössä on suhteellisen helppoa luoda omaa oppimateriaalia, koska toimivia, ilmaisia alustoja on paljon.

Tässä tutkimuksessa sivuston soveltuvuutta tiedusteltiin kemian opettajilta ja opettajiksi opiskelevilta. Tulosten merkittävyyden kannalta olisi parasta testata verkkosivuston toimivuutta todellisella loppukäyttäjryhmällä eli peruskoulun yläluokkien oppilailla. Voitaisiin esimerkiksi tutkia sitä, millaisia vaikutuksia oppituloksiin tällä verkkosivustolla on. Toinen jatkotutkimuskohde voisi olla sipulin kemian mielekkyys oppilaiden näkökulmasta. Kolmantena tutkimuskohteena voisi olla se, miten opettajat hyödyntäisivät sivustoa eheyttävässä kemian opetuksessa.

Viitteet

- Ahvenniemi, R. (2009). Molekyyligastronomia opetuksessa: Kemian ymmärtämisen ja ajattelun tukeminen kokeellisuuden avulla. Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto, Helsinki. Saatavilla: <http://www.helsinki.fi/kemia/opettaja/ont/ahvenniemi-r-2009.pdf>
- Aksela, M., & Karjalainen, V. (2008). *Kemian opetus tänään: Nykytila ja haasteet Suomessa*. Helsinki: Helsingin yliopisto.
- Aksela, M., & Pernaa, J. (2013). Kehittämistutkimus pro gradu -tutkielman tutkimusmenetelmänä. Teoksessa J. Pernaa (Toim.), *Kehittämistutkimus opetuslalla*. Jyväskylä: PS-kustannus.
- Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-based research: A decade of progress in education research? *Educational Researcher*, 41(1), 16–25.
- Barab, S., & Squire, K. (2004). Design-based research: Putting a stake in the ground. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 1–14.
- Becker, L. A. (2000). *Effect Size Calculators*. Viitattu 12.1.2017, saatavilla: <http://www.uccs.edu/~lbecker/>
- Bennett, J., Lubben, F., & Hogarth, S. (2007). Bringing science to life: A synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. *Science Education*, 91, 347–370.
- Block, E. (1985). The chemistry of garlic and onions. *Scientific American*, 252(3), 114–119.
- Block, E. (1992). The organosulfur chemistry of the genus *Allium* – Implications for the organic chemistry of sulfur. *Angewandte Chemie (International ed.)*, 31, 1135–1178.
- Block, E. (2010). *Garlic and other Alliums – The lore and the science*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- Brante, G., & Brunosson, A. (2014). To double a recipe – interdisciplinary teaching and learning of mathematical content knowledge in a home economics setting. *Education Inquiry*, 5(2), 301–318.

- Chumley-Jones, H. S., Dobbie, A., & Alford, C. L. (2002). Web-based learning: Sound educational method or hype? A Review of the evaluation literature. *Academic Medicine*, 77(10), 86–93.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Compound Interest. (2014). *The chemistry of matches*. Viitattu 5.4.2017, saatavilla: <http://www.compoundchem.com/wp-content/uploads/2014/11/The-Chemistry-of-Matches.png>
- Cook, D. A. (2007). Web-based learning: Pros, cons and controversies. *Clinical Medicine*, 7(1), 37–42.
- Dewey, J. (1902). *The Child and the Curriculum*. Chicago: University of Chicago Press. Viitattu 11.10.2016, saatavilla: <https://archive.org/details/childandcurricul00deweuoft>
- Edelson, D. C. (2002). Design research: What we learn when we engage in design. *Journal of the Learning Sciences*, 11(1), 105–121.
- Encyclopedia Britannica Online. (1998). Sapogenin. Saatavilla: <https://global.britannica.com/science/sapogenin>
- Heinonen, J.-P. (2005). *Opetussuunnitelmat vai oppimateriaalit*. Helsinki: Helsingin yliopisto.
- Imai, S., Tsuge, N., Tomotake, M., Nagatome, Y., Sawada, H., Nagata, T., & Kumagai, H. (2002). An onion enzyme that makes the eyes water. *Nature*, 419, 685.
- Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry – logical or psychological? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1(1), 9–15.
- Lanzotti, V. (2006). The analysis of onion and garlic. *Journal of Chromatography A*, 1112, 3–22.
- Lattuca, L. R., Voigt, L. J., & Fath, K. Q. (2004). Does interdisciplinary promote learning? Theoretical support and researchable questions. *The Review of Higher Education*, 28(1), 23–48.

- Lavonen, J., & Laaksonen, S. (2009). Context of teaching and learning school science in Finland: Reflections on PISA 2006 results. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 922–944.
- McKenney, S., & Reeves, T. C. (2013). Systematic review of design-based research progress: Is a little knowledge a dangerous thing? *Educational Researcher*, 42(2), 97–100.
- Miean, K. H., & Mohamed, S. (2001). Flavonoid (myricetin, quercetin, kaempferol, luteolin, and apigenin) content of edible tropical plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(6), 3106–3112.
- Miller, B., Ranum, D., Elkner, J., Wentworth, P., Downey, A. B., Meyers, C., & Mitchell, D. (n.d.). *How to Think Like a Computer Scientist: Interactive Edition*. Saatavilla: <http://interactivepython.org/courselib/static/thinkcspy/index.html>
- Opetushallitus. (2004). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet*. Helsinki: Opetushallitus. Saatavilla: http://www.oph.fi/download/139848_pops_web.pdf
- Opetushallitus. (2014). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet*. Helsinki: Opetushallitus. Saatavilla: http://www.oph.fi/download/163777_perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf
- Opetushallitus. (2015). *Lukion opetussuunnitelman perusteet*. Helsinki: Opetushallitus. Saatavilla: http://www.oph.fi/download/172124_lukion_opetussuunnitelman_perusteet_2015.pdf
- Schraw, G., Flowerday, T., & Stephen, L. (2001). Increasing situational interest in the classroom. *Educational Psychology Review*, 13(3), 211–224.
- Sullivan, G. M., & Feinn, R. (2012). Using effect size—or why the p value is not enough. *Journal of Graduate Medical Education*, 279–282.
- Sweetman, S. C. (Toim.). (2002). *Martindale* (33. painos). London and Chicago: Pharmaceutical Press.
- Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. (2016). *Infektiaudit*. Saatavilla: <https://www.thl.fi/fi/web/infektiaudit/taudit-ja-mikrobit/bakteeritaudit/shigella>

- Tuomi, J., & Sarajärvi, A. (2009). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- Wei, B. (2009). In search of meaningful integration: The experiences of developing integrated science curricula in junior secondary schools in China. *International Journal of Science Education*, 31(2), 259–277.
- Wingert, J. R., Wasileski, S. A., Peterson, K., Mathews, L. G., Lanou, A. J., & Clarke, D. (2014). The impact of integrated student experiences on learning. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 14(1), 42–58.

Kuvien lähteet

Pekka Isometsä (omistuskirjoitussivun kuva)

Liitteet

Liite I: Oppikirja-analyysi: analysoidut oppikirjat

koodi	kirja
A	FyKe 7–9 Kemia (2012)
AT1	FyKe 7–9 Kemia: tutkimus- ja tehtäväkirja 1, (2010)
AT2	FyKe 7–9 Kemia: tutkimus- ja tehtäväkirja 2, (2012)
AT3	FyKe 7–9 Kemia: tutkimus- ja tehtäväkirja 3, (2012)
B	Ilmiö: Kemian oppikirja 7–9 (2009)
BT1	Ilmiö: Kemian työvihko 1 (2009)
BT2	Ilmiö: Kemian työvihko 2 (2009)
BT3	Ilmiö: Kemian työvihko 4 (2010)

Liite 2: Oppikirja-analyysi: kooste oppikirjoista löydetyistä maininnoista

Lähde	Maininta	Esiintymis- luokka	Kemian kä- site	Tietotaso
A	– – Paistat munkit kuumassa öljyssä. Huolehdi, ettei öljy kuumene liikaa eikä joudu veden kanssa kosketuksiin. – – (s. 12)	muu yhteys	työturvallisuus	makro
A	– – Esimerkiksi palavaa ruokaöljyä ei voi sammuttaa vedellä, vaan se tukahdutetaan sammutuspeitolla tai kattilankannella. (s. 13)	kuvateksti	työturvallisuus	makro
A	Sokeri ja ruokasuola ovat tuttuja aineita. Niiden sekoittaminen keskenään tai liuottaminen veteen ei ole vaarallista. Sokeri- ja suolaveden voi hävittää kaatamalla viemäriin. (s. 14)	leipäteksti	työturvallisuus	makro
A	Jos vertaat keskenään vanilja- ja taloussokeria, ne näyttävät lähes samantasuisilta. Molemmat liukenevat veteen, mutta vaniljasokeri tuoksuu ja maistuu voimakkaammalle kuin taloussokeri. Vanilja- ja taloussokerin ominaisuudet vaikuttavat siihen, miten ja kuinka paljon kyseessä olevaa sokeria käytetään. (s. 19)	leipäteksti	aineen ominaisuudet	makro
A	Tomusokeri ja perunajauho ovat kumpikin valkoisia hienojakoisia jauheita, mutta ne ovat kemiallisesti erilaisia. Tomusokeri liukenee kylmään veteen, mutta perunajauho ei. Kuumentaminen saa perunajauhon veden ja seoksen liisteröitymään eli muuttumaan geelimäiseksi. (s. 19)	leipäteksti	aineen ominaisuudet	makro

A	– – Jos tiputat kielellesi sitruunamehua, tunnet happaman maun. Aistimuksesi aiheuttaa sitruunahappo. Vesi on neutraali ja mauton aine. Ruokasoodan ja veden seos on emäksistä. Se maistuu karvaalta ja tuntuu kädessä liukkaalta. (s. 19)	leipäteksti	aineen ominaisuudet	mikro
A	Olet maistanut erilaisia salmiakkimakeisia. Salmiakkimakeinen maistuu suolaiselta ja kirpeältä. Suolainen maku johtuu salmiakin sisältämästä aineesta, ammoniumkloridista. Ammoniumkloridi on yhdiste. Sitä kutsutaan myös salmiakiksi, sillä se on salmiakkivalmisteiden olennainen raaka-aine. Puhdas ammoniumkloridi on väriltään valkeaa jauhetta. Salmiakkimakeiset värjätään yleensä mustaksi lääkehiilellä. (s. 32)	muu yhteys	yhdisteet	mikro
A	– – Natriumin ja kloorin yhdiste natriumkloridi NaCl eli ruokasuola on valkoista kiteistä jauhetta, jota lisätään ruokaan maun ja säilyvyyden vuoksi. (s. 32)	leipäteksti	yhdisteet	mikro, symbolinen
A	Vesi on hyvä liuotin. Se liuottaa esimerkiksi sokeria ja ruokasuolaa. – – (s. 41)	leipäteksti	yhdisteet	makro
A	Kananmunan kuori on pääasiassa kalsiumkarbonaattia. Kananmunan valkuainen ja keltuainen sisältävät muun muassa suoloja, valkuaisaineita, rasvoja ja vitamiineja, jotka ovat liuenneet veteen. (s. 42)	lisätietoruutu	yhdisteet	mikro
A	Valmistelet syntymäpäiväjuhlia ja leivot suklaakakkua. Kakkureseptin mukaan sekoitat ensin jauhot, sokerin ja kaakaojauheen keskenään. Toisessa	muu yhteys	puhdas aine ja seos	makro

	kulhossa vatkaat munat ja voisulan. Sen jälkeen lisäät kulhoon jauhoseoksen. – – (s. 46)			
A	– – Osa ruoka-aineista on itsessäänkin jo seoksia, kuten maito ja kananmuna. – – (s. 46)	leipäteksti	puhdas aine ja seos	mikro
A	– – Hyytelössä kiinteän aineen rakenneosat ovat imeneet sisäänsä nestettä ja turvonneet. Tällaista seosta sanotaan geeliksi. (s. 47)	kuvateksti	puhdas aine ja seos	makro
A	– – Sekakoosteisia seoksia ovat myös kahden nesteen muodostamat seokset silloin, kun aineet eivät liukene toisiinsa. Näin käy, kun sekoitat ruokaöljyä ja vettä. Öljy jää kerrokseksi veden pinnalle, ja sekoittaminen muuttaa tilanteen vain hetkeksi. (s. 49)	leipäteksti	puhdas aine ja seos	makro
A	Elintarvikkeisiin seostetaan lisäaineita esimerkiksi parantamaan säilyvyyttä. Tutki elintarvikkeiden tuoteselosteita ja selvitä kahdesta tuotteesta seuraavat asiat: a) Mitä lisäaineita tuote sisältää? b) Miksi näitä aineita on lisätty tuotteeseen? (s. 51)	harjoitustehtävä	puhdas aine ja seos	makro
A	Jos lisäät sokeria kylmään kaakaojuomaan, saat sekoittaa juomaa kauan, ennen kuin sokeri liukenee. Kuumaan juomaan sokeri liukenee paljon nopeammin. – – Ruokasuola on kuitenkin poikkeus, sillä sen liukenemiseen veden lämpötila ei juuri vaikuta. – – (s. 53)	leipäteksti	puhdas aine ja seos	makro
A	– – Jos lisäät ruokaöljyä pastan keitinveeten, öljy jää läikiksi veden pinnalle. Öljyn ja veden rakenneosat ovat niin erilaisia, että ne hylkivät toisiaan. – –	leipäteksti	puhdas aine ja seos	mikro

	(s. 54)			
A	Petri maistaa mehua. Se maistuu kirpeältä, ja hän haluaa lisätä siihen sokeria. Petri ottaa pari sokeripalaa ja tiputtaa ne mehulasiin. Hetken kuluttua juoma maistuu edelleen yhtä kirpeältä eivätkä sokeripalat ole juuri pienentyneet. Mitä Petrin pitäisi tehdä liukenemisen nopeuttamiseksi? (s. 55)	harjoitustehtävä	puhdas aine ja seos	makro
A	– – Miksi marjamehu makeutetaan kuumana? (s. 55)	harjoitustehtävä	puhdas aine ja seos	makro
A	– – Esimerkiksi maidosta voidaan erottaa valkuaisaine ja valmistaa siitä juustoa. (s. 56)	leipäteksti	puhdas aine ja seos	makro
A	Kahvin tai teen valmistuksessa kahvijauheesta tai teelehdistä liuotetaan eli uutetaan sopiva määrä maku- ja hajuaaineita eli aromiaineita sekä väriaineita kuumaan veteen. – – Kahvijauhe ja teelehdet eivät liukene veteen, vaan ne erotetaan valmiista juomasta suodattamalla. – – (s. 57)	leipäteksti	puhdas aine ja seos	makro
A	Uuttaminen ja suodatus tapahtuvat yhtä aikaa, kun teepussia liuotetaan kuumaan vedessä. Teepussi toimii suodattimena, jonka huokoisen rakenteen läpi siirtyvät vain väri- ja aromiaineet, mutta eivät teenlehdet.	kuvateksti	puhdas aine ja seos	makro
A	Kun valmistetaan marjakeittoa, marjoista erotetaan maku-, väri- ja hajuaaineita uuttamalla. (s. 56)	kuvateksti	puhdas aine ja seos	makro
A	teelehdet ja kuuma vesi (s. 57)	muu yhteys	puhdas aine ja seos	makro

A	Kuivatut sienet säilyvät hyvin, koska niistä on haihdutettu vesi pois. Tällöin bakteerien ja homeiden toiminta estyy. (s. 58)	kuvateksti	puhdas aine ja seos	makro
A	– – Mitä eroa on, jos teelehtiä uutetaan kuumalla tai kylmällä vedellä? – – (s. 61)	harjoitustehtävä	puhdas aine ja seos	makro
A	Sädetikun palamisen lisäksi tuttuja kemiallisia reaktioita ovat esimerkiksi maidon happaneminen, pullataikinan kohoaminen – – (s. 62)	leipäteksti	kemiallinen reaktio	makro
A	– – Maito muuttuu paksummaksi eli sakkaantuu, kun se happanee. – – (s. 63)	leipäteksti	kemiallinen reaktio	makro
A	Perunat kypsennetään usein vedessä keittämällä. – – Raa’assa perunassa tapahtuu kemiallisia reaktioita nopeasti, kun lämpötila on riittävän korkea. Raa’an ja keitetyn perunan rakenne ja maku eroavat toisistaan, koska kemiallisissa reaktioissa on syntynyt uusia aineita. (s. 70)	leipäteksti	kemiallinen reaktio	makro
A	Perunassa tapahtuvia kemiallisia reaktioita voi nopeuttaa, kun keittää perunat ruokaöljyssä. – – (s. 70)	leipäteksti	kemiallinen reaktio	makro
A	100 °C:n lämpötilassa perunoiden kypsyminen kestää noin 20 minuuttia, mutta 130 °C:n lämpöisessä ruokaöljyssä alle 10 minuuttia. Lämpötilan kohoaminen nopeuttaa perunassa tapahtuvia kemiallisia reaktioita. (s. 70)	kuvateksti	kemiallinen reaktio	makro
A	Tunnista kemiallisen reaktion nopeuteen vaikuttava tekijä. a) Astiassa oleva pullataikina laitetaan kohoamaan lämpimään veteen. – – (s. 73)	harjoitustehtävä	kemiallinen reaktio	makro

A	Tutki, miten lämpötila vaikuttaa leivinjauheen hajoamiseen hiilidioksidiksi. Ota kolme lasia. Kaada yhteen niistä kylmää, toiseen lämmintä ja kolmanteen kuumaa vettä. Lisää jokaiseen lusikankärjellä leivinjauhetta. Mitä havaitset? (s. 73)	harjoitustehtävä	kemiallinen reaktio	makro
A	Suola on tärkeä aine ruuanvalmistuksessa. Se antaa ruualla makua ja parantaa säilyvyyttä. Suolaa lisätään ruokaan yleensä suoraan purkista, mutta myös monet ruoka-aineet, kuten soijakastike, juustot ja valmiskastikkeet, sisältävät runsaasti suolaa jo itsessään. Suolalla tarkoitetaan arkipuheessa ruokasuolaa eli natriumkloridia, vaikka kemiassa suola on ionirakenteisten yhdisteiden yleisnimi. (s. 104)	muu yhteys	yhdisteet	mikro
A	Etanolia valmistetaan käymisreaktion avulla esimerkiksi sokeripitoisista aineista, kuten viinirypäleistä. Käymisreaktiossa sokerimolekyylit hajoavat hiivan vaikutuksesta etanoliksi ja hiilidioksidiksi. – – (s. 218)	leipäteksti	alkoholit	makro
A	– – Leivonnaiset voidaan makeuttaa sorbitolilla. Makeutusaineena käytettäviä alkoholeja kutsutaan sokerialkoholeiksi. (s. 219)	kuvateksti	alkoholit	makro
A	Sorbitolilla voidaan makeuttaa leivonnaiset, jolloin ne soveltuvat hyvin myös diabeetikoille. (s. 219)	lisätietoruutu	alkoholit	makro
A	– – Sitruuna sopii hyvin ruuanlaittoon, leivonnaisiin, koristeluun ja juomiin. – – (s. 222)	muu yhteys	karboksyylihapot	makro

A	Juuri happamien ominaisuuksien ansiosta eräät karboksyylihapot ovat hyviä säilöntäaineita. Homebakteerit ja muut ruoka-aineita pilaavat bakteerit eivät elä happamissa olosuhteissa. (s. 223)	kuvateksti	karboksyylihapot	makro
A	Monet ruoka-aineet, kuten kala ja liha, sisältävät erilaisia rasvoja. Rasvoin on sitoutunut runsaasti kemiallista energiaa. – – (s. 228)	muu yhteys	rasvat	makro
A	Kun kananmunan keittää kovaksi tai paistaa pannulla munakkaaksi, kananmunan valkuainen hyytyy ja muuttuu valkoiseksi, kun sen sisältämän proteiinin kolmiulotteinen muoto muuttuu. – – (s. 238)	leipäteksti	hiilihydraatit ja proteiinit	mikro
ATI	Demo: Tee havaintoja, miten ruokaöljy syttyy ja miten liekki muuttuu, kun siihen lisätään vetää. (s. 11)	muu yhteys	työturvallisuus	makro
ATI	Demo: Tutkitaan, miten suolahappo ja ammoniakki muodostavat yhdisteen. (s. 37)	muu yhteys	yhdisteet	makro
ATI	Tutki, mitä perunajauhon ja veden seokselle tapahtuu, kun sitä kuumennetaan. (s. 53)	laboratoriotyö	puhdas aine ja seos	makro
ATI	Tutki ja tee havaintoja, mitä teen uutossa tapahtuu. (s. 64)	laboratoriotyö	puhdas aine ja seos	makro
ATI	Tutki, miten perunajauhovesiseos erottuu suodattamalla. (s. 66)	laboratoriotyö	puhdas aine ja seos	makro
B	– – Kun natrium ja kloori yhdistyvät kemiallisesti, syntyy kiinteää ruokasuola, jota voi käyttää ruoanlaitossa. (s. 32)	leipäteksti	puhdas aine ja seos	mikro

B	– – Esimerkiksi hedelmistä ja sienistä vesi voidaan poistaa haihduttamalla käyttäen kuivuria tai uunia. (s. 39)	leipäteksti	erotusmenetelmät	makro
B	– – Valmistaessasi teetä siirrät teelehdistä vesiliukoiset väri-, maku- ja tuoksuaineet veteen. Jotkin myrkylliset sienet voidaan ryöpätä kuumassa vedessä, jolloin sienten sisältämät myrkyt siirtyvät sienistä veteen ja sienet kelpaavat syötäviksi. (s. 41)	leipäteksti	erotusmenetelmät	makro
B	– – ruuan homehtuminen ovat esimerkkejä kemiallisista reaktioista, joita kohtaamme lähes päivittäin. (s. 54)	leipäteksti	kemiallinen reaktio	makro
B	Jääkaapin ja pakastimen kylmyys hidastaa ruoka-aineissa tapahtuvia pilaantumisprosesseja. Huoneenlämmössä maito pilaantuu melko nopeasti, lämpimämmässä vielä nopeammin. – – (s. 60)	leipäteksti	kemiallinen reaktio	makro
B	Pieniksi paloittelut perunat kypsyvät kokonaisia nopeammin. – – (s. 61)	leipäteksti	kemiallinen reaktio	makro
B	Pullataikina kohoaa hiivan aikaansaaman kemiallisen reaktion seurauksena. Kohoaminen on nopeinta lämpimässä vesihauteessa leivinliinan alla. Jääkaapin kylmyys hidastaa ruoka-aineiden pilaantumista. Esimerkiksi maito happane ja rasva härskiintyy huoneenlämpötilassa melko nopeasti. (s. 62)	leipäteksti	kemiallinen reaktio	makro
B	– – Etikkaa käytetään kurkkujen, paprikoiden ja punajuurien säilönnässä inhibiittinä. – – Teollisesti valmistettuihin elintarvikkeisiin lisätään yleensä säilöntäaineita hidastamaan ruuan pilaantumista aiheuttavia reaktioita. (s. 64)	leipäteksti	kemiallinen reaktio	makro

B	– – Vähälaktoosisia maitotuotteita valmistetaan laktaasin avulla. Leipätaikina kohoaa hiivan sisältämien entsyymien toiminnan seurauksena. – – (s. 66)	lisätietoruutu	kemiallinen reaktio	mikro
B	Hapestaa on toisinaan haittaa. Se tummentaa hedelmiä ja pilaannuttaa ruokia. Tummuminen ja pilaantuminen voidaan estää esimerkiksi sitruunahapon avulla. – – (s. 80)	leipäteksti	yhdisteet	makro
B	– – Elintarviketeollisuus kovettaa kasviöljyä leivälle sopiviksi levitteiksi vedyn avulla. – – (s. 83)	leipäteksti	yhdisteet	makro
B	Voileipämargariini on vedyn avulla kovetettua kasviöljyä. (s. 83)	kuvateksti	yhdisteet	makro
B	Alkoholia valmistettaessa liuos käy hiivassa olevien käyteaineiden avulla. Tällöin sokeri ($C_6H_{12}O_6$) hajoaa etanoliksi (C_2H_5OH) ja hiilidioksidiksi. – – (s. 140)	harjoitustehtävä	kemiallinen reaktio	symbolinen
B	natriumvetykarbonaatti $NaHCO_3$ – leivonnaisten kohotusaine (s. 171)	lisätietoruutu	yhdisteet	makro, symbolinen
B	natriumkloridi $NaCl$ – ruokien maistaminen ja säilöntä, teiden suolaus (s. 171)	lisätietoruutu	yhdisteet	makro, symbolinen
B	kaliumjodidi KI – lisäaine ruokasuolassa (s. 171)	lisätietoruutu	yhdisteet	makro, symbolinen
B	– – Etanolia voidaan valmistaa käymisreaktiolla sokerista hiivan avulla $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_2H_5OH + 2 CO_2$ – – (s. 253)	leipäteksti	alkoholit	makro, symbolinen
B	– – Glyserolia käytetään kosteuden sitojana suklaassa, marsipaanissa – – (s. 254)	leipäteksti	alkoholit	makro

B	Ksylitolia ($C_5H_7(OH)_5$) ja sorbitolia ($C_6H_8(OH)_6$) käytetään makeutusaineina mm. purukumeissa, lääkkeissä ja makeisissa. – – (s. 254)	leipäteksti	alkoholit	makro, symbolinen
B	Mitä yhteistä on etanolin valmistamisella sokerista ja pullataikinan kohoamisella? – – (s. 256)	harjoitustehtävä	alkoholit	mikro
B	– – Siksi monia karboksyylihappoja käytetäänkin parantamaan elintarvikkeiden säilyvyyttä. – – (s. 259)	leipäteksti	karboksyylihapot	makro
B	Etaanihappo eli etikkahappo (CH_3COOH , E 260) on laimennettuna hyvä säilöntäaine ja mauste. – – (s. 260)	leipäteksti	karboksyylihapot	makro, symbolinen
B	Propaanihappoa eli propionihappoa (C_2H_5COOH , E 280) syntyy juuston valmistuksen yhteydessä. Samalla syntyy hiilidioksidia, joka tekee emmentaljuustoon reiät. Propaanihappo antaa emmentaljuustolle sen tunnusomainen maun. Propaanihappo on myös hyvä säilöntäaine, joka estää homeen ja bakteerien kasvua. (s. 260)	leipäteksti	karboksyylihapot	makro, symbolinen
B	Pahanhajuinen butaanihappo eli voi happo (C_3H_7COOH) sisältää neljä hiiliatomia. Sitä syntyy voion pilaantuessa eli härskiintyessä. (s. 260)	leipäteksti	karboksyylihapot	mikro, symbolinen
B	Steariinihappo ($C_{17}H_{35}COOH$, E 570) on valkoista ja kiinteää. Sitä on tummassa suklaassa, eläinrasvoissa ja kynttilöissä. (s. 260)	leipäteksti	karboksyylihapot	makro, symbolinen
B	Raparperissa ja pinaatissa on kaksi karboksyyliiryhmää sisältävää oksaalihappoa ($(COOH)_2$). Oksaalihappo sitoo kalsiumia. Raparperin kanssa tulisi syödä maitotuotteita, ettei kalsium sitoudu luustosta. – – (s. 260)	leipäteksti	karboksyylihapot	mikro, symbolinen

B	Maitohappoa (E 270) on hapanmaitotuotteissa, kuten jogurtissa ja piimässä. – – (s. 260)	leipäteksti	karboksyylihapot	makro
B	Pihlajanmarjoissa esiintyvää sorbiinihappoa (E 200) käytetään säilöntäaineena sekä kosteudensäilyttäjänä elintarvikkeissa. – – (s. 260)	leipäteksti	karboksyylihapot	makro
B	Bentsoehappo (C ₆ H ₅ COOH, E 210) on luonnon säilöntäaine. Esimerkiksi puolukat, lakat ja karpalot sisältävät paljon bentsoehappoa. – – (s. 261)	leipäteksti	karboksyylihapot	makro, symbolinen
B	Viinihappoa (E 334), sitruunahappoa (E 330) ja omenahappoa (E 296) käytetään elintarvikkeiden happamuudensäätöaineina. Nimensä mukaisesti viinihappoa on viinirypäleissä, sitruunahappoa sitrushedelmässä ja omenahappoa omenissa. (s. 261)	leipäteksti	karboksyylihapot	makro
B	Askorbiinihappo (E 300) eli C-vitamiini on vesiliukoinen vitamiini. – – Hyviä C-vitamiinin lähteitä ovat hedelmät, marjat ja kasvikset. – – (s. 261)	leipäteksti	karboksyylihapot	makro
B	– – Hedelmäesterien käyttökohteita ovat makeiset, virvoitusjuomat, leivonnaiset ja kosmeettiset tuotteet. (s. 266)	leipäteksti	esterit	makro
B	– – metaanihapon etyyliesteri; sipuli, vadelma, luumu – – (s. 266)	lisätietoruutu	esterit	mikro, symbolinen
B	– – etaanihapon propyyliesteri; nektariini, inkivääri – – (s. 266)	lisätietoruutu	esterit	mikro, symbolinen
B	– – propaanihapon pentyyliesteri; aprikoosi, ananas – – (s. 266)	lisätietoruutu	esterit	mikro, symbolinen
B	– – butaanihapon pentyyliesteri; omena, banaani, mansikka – – (s. 266)	lisätietoruutu	esterit	mikro, symbolinen
B	– – voi-happo; voi – – (s. 274)	lisätietoruutu	rasvat	mikro, symbolinen
B	– – lauriinihappo; kookosöljy, palmuöljy – – (s. 274)	lisätietoruutu	rasvat	mikro, symbolinen

B	– – myristiinihappo; voi, palmuöljy, rasvainen liha – – (s. 274)	lisätietoruutu	rasvat	mikro, symbolinen
B	– – palmitiinihappo; eläinrasvat – – (s. 274)	lisätietoruutu	rasvat	mikro, symbolinen
B	– – steariinihappo; eläin- ja kasvirasvat (erityisesti sianrasva) – – (s. 274)	lisätietoruutu	rasvat	mikro, symbolinen
B	– – öljyhappo; oliiviöljy, maissiöljy – – (s. 274)	lisätietoruutu	rasvat	mikro, symbolinen
B	– – linolihappo; kalanrasva, pellavansiemenet – – (s. 274)	lisätietoruutu	rasvat	mikro, symbolinen
B	– – linoleenihappo; kalanrasva – – (s. 274)	lisätietoruutu	rasvat	mikro, symbolinen
B	– – Margariineja valmistetaan kovettamalla kasviöljyjä. – – (s. 275)	leipäteksti	rasvat	makro
B	Monien ruokien aromiaineet ovat rasvaliukoisia. Siksi ruoanvalmistuksessa käytetään usein ruokaöljyä, ruokakermaa ja muita rasvaa sisältäviä tuotteita. (s. 276)	leipäteksti	rasvat	makro
B	Raaka banaani ei maistu oikein miltään, mutta kypsynyt banaani maistuu suussa makealta. Banaanissa on pitkäketjuista tärkkelystä, joka banaanin kypsyessä hajoaa erilaisiksi sokereiksi. Kypsä banaani sisältää enimmäkseen fruktoosia ja sakkaroosia. Sen kuoresta saa ravintokuitua eli selluloosaa. (s. 280)	leipäteksti	hiilihydraatit ja proteiinit	mikro
B	Hedelmäsokeria eli fruktoosia saadaan nimensä mukaisesti paljon hedelmistä, marjoista ja erityisesti hunajasta. – – Kuumissa juomissa tai kuumissa jälkiruoissa käytettynä se ei kuitenkaan ole niin makeaa. (s. 282)	leipäteksti	hiilihydraatit ja proteiinit	makro
B	Myös galaktoosi on monosakkaridi. Sitä on esimerkiksi marjojen sisältämässä pektiinissä, jota käytetään hyytelösokereissa hyydyttävänä aineena.	leipäteksti	hiilihydraatit ja proteiinit	mikro

B	Tavallinen sokeri on ruokosokeria eli sakkaroosia . Se on yleisin elintarvikkeissa käytetty sokeri. – – (s. 282)	leipäteksti	hiilihydraatit ja proteiinit	makro
B	Maitotuotteissa on maitosokeria eli laktoosia . Sen makeutta ei maista maitotuotteista, ellei tuotetta pakasta ja sitten sulata. – – (s. 283)	leipäteksti	hiilihydraatit ja proteiinit	makro
B	– – Kypsytetyt juustot eivät sisällä enää lainkaan raaka-aineena olleen maidon laktoosia, koska se on hajonnut pitkän kypsennysvaiheen aikana erilaisiksi maku- ja hajuaineiksi. – – (s. 282)	leipäteksti	hiilihydraatit ja proteiinit	makro
B	– – albumiini, globuliini; maito, muna, veri – – (s. 291)	lisätietoruutu	hiilihydraatit ja proteiinit	mikro
B	– – gluteeni; vehnä – – (s. 291)	lisätietoruutu	hiilihydraatit ja proteiinit	mikro
B	– – kaseiini; maito – – (s. 291)	lisätietoruutu	hiilihydraatit ja proteiinit	mikro
B	– – Vanhaan maitoon muodostuu maitohappomolekyylejä, jotka saavat aikaan maidon happanemisen ja sakkautumisen. Kyseessä on valkuaisaineiden denaturaatio . – – (s. 291)	leipäteksti	hiilihydraatit ja proteiinit	mikro
B	Valkuaisaineen tuhoutunutta kierrerakennetta ei saa enää palautettua. Tätä käytetään hyväksi juustojen valmistuksessa ja villan huovuttamisessa vaikka huopatossuiksi. Maitoruokien valmistuksessa denaturaatio eli juoksettuminen estetään yleensä suurustamalla tai lisäämällä hapan ruoka-aine	leipäteksti	hiilihydraatit ja proteiinit	mikro

	vasta valmistuksen loppuvaiheessa. (s. 291)			
B	Jos valkuaisainepitoista ruokaa lämmitetään, se hyytyy. Hyytyminen eli koagulaatio johtuu siitä, että valkuaisaineketjujen välille muodostuu ristisidoksia. – – Hyötyä koaguloitumisesta on esimerkiksi ruoanvalmistuksessa. (s. 291)	leipäteksti	hiilihydraatit ja proteiinit	mikro
B	Mitä voi tapahtua, jos a) maitopohjaiseen pinaattikeittoon lisätään oksaalihappoa sisältävä pinaatti liian aikaisin – – (s. 292)	harjoitustehtävä	hiilihydraatit ja proteiinit	mikro

Liite 3: Kyselylomake



HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

Eheyttävää opetusta tukeva verkkomateriaali sipulin kemian kontekstissa

Lomake on ajastettu: julkisuus päättyy 26.3.2017 23.59
Hyvä kemian opettaja tai kemian opettajaksi opiskeleva,

tällä kyselylomakkeella pyydän Sinulta arviota siitä, miten kehittämäni sipuliaiheinen verkkomateriaali soveltuu eheyttävään kemian opetukseen. Sipuliaiheinen verkkosivusto on osa pro gradu -tutkielmaani, joka on kehittämistutkimus eheyttävää opetusta tukevasta verkkomateriaalista sipulin kemian kontekstissa.

Verkkomateriaali löytyy osoitteesta <http://sipulinkemiaa.wordpress.com/>

Kyselytutkimusten tuloksia käsitellään gradussani, ja lisäksi käytän kyselyn tuloksia hyväksi verkkomateriaalin jatkokehitystyössä. Aikaa kyselyyn vastaamiseen on 26.3.2017 asti. Kaikki kyselyyn vastanneet voivat myös osallistua arvontaan, jossa palkintona on Johannes Pernaan, Majja Akselan ja Shenelle Pearl Ghulamin uutuuskirja "Introduction to molecular modeling in chemistry education". Kirja on saatavissa joko sähköisenä tai painettuna.

Lämmin kiitos kaikille vastaajille!

Mino Savolainen
mino.savolainen@helsinki.fi

TAUSTATIEDOT

	nainen	mies				
Sukupuoli	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				
	peruskoulussa	lukiossa	muualla	Opiskelen vielä		
Työskentelen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		
	ei kokemusta	alle 1 v.	1 - 5 v.	yli 5 v.	yli 10 v.	
Työkokemus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
		ei koskaan	kerran	2 - 5 kertaa	yli 5 kertaa	yli 10 kertaa
Sipuli-aiheen hyödyntäminen opetuksessa		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Jos olet hyödyntänyt sipuli-aihetta opetuksessa, niin missä yhteydessä ja miten?

SIVUSTON TEKNISET OMINAISUUDET

Mitä mieltä olet seuraavista väitteistä?

	täysin eri mieltä	osittain eri mieltä	en samaa enkä eri mieltä	osittain samaa mieltä	täysin samaa mieltä
Sivusto on visuaalisesti miellyttävä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sivuston rakenne on selkeä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Materiaalia on riittävästi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Materiaali on sopivan tasoista yläkoululaiselle	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Teksti on kieliasultaan sujuvaa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Teksti on kieliasultaan ymmärrettävää	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sivustolla on helppo siirtyä osiosta toiseen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Teknisiä parannusehdotuksia:

VERKKOSIVUSTO EHEYTTÄVÄN KEMIAN OPETUKSEN KANNALTA ARVIOITUNA

Kuinka hyvin verkkomateriaali tukee eheyttävää kemian opetusta?

ei ollenkaan väittävasti tyydyttävästi hyvin kiitettävästi erinomaisesti

Sivusto kokonaisuudessaan	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Johdanto-sivu sekä alisivu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sipulin kemiaa -sivu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sipulin rikkiyhdisteet -sivu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Valkosipulin rikkiyhdisteet -sivu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Miksi sipuli itketään? -sivu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sipulin historiaa -sivu sekä alisivu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Materiaalit -sivu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tulitikkutemppu-sivu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kylmä sipuli vastaan lämmin sipuli -sivu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tylsä veitsi vastaan terävä veitsi -sivu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pedagogisia vinkkejä opettajille	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Kuinka hyvin verkkomateriaali tukee kemian opetusta?

	ei ollenkaan	välttävästi	tydyttävästi	hyvin	kiitettävästi	erinomaisesti
Sivusto kokonaisuudessaan	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Johdanto-sivu sekä alisivu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sipulin kemiaa -sivu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sipulin rikkiyhdisteet -sivu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Valkosipulin rikkiyhdisteet -sivu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Miksi sipuli itketään? -sivu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sipulin historiaa -sivu sekä alisivu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Materiaalit -sivu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tulitikkutemppu-sivu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kylmä sipuli vastaan lämmin sipuli -sivu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tylsä veitsi vastaan terävä veitsi -sivu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pedagogisia vinkkejä opettajille	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

AVOIMET KYSYMYKSET

Mitkä ovat tämän verkkosivuston edut eheyttävän opetuksen kannalta?

Mitkä ovat tämän verkkosivuston puutteet eheyttävän opetuksen kannalta?

Millaista lisäarvoa tämä verkkosivusto voisi tuoda eheyttävään kemian opetukseen?

Miten käyttäisit tätä verkkosivustoa opetuksessasi?

Vapaita kommentteja verkkosivustosta:

Vapaita kommentteja kyselylomakkeesta:

TÄYTÄ ALLA OLEVAT TIEDOT, JOS HALUAT OSALLISTUA ARVONTAAN

Sähköpostiosoite:

sähköisenä

painettuna

Haluaisin kirjan

☐
☐

TIETOJEN LÄHETYS

Tallenna

Kiitos paljon vastauksistasi! Mukavaa kevättä!

© *Eduix Oy*